



II ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
“ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД”
Материалы конференции



Россия.
Нижний Новгород

2024

РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ АГЛОМЕРАЦИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**II Всероссийская научно-практическая конференция с международным
участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД»
Материалы конференции**

25-26 апреля 2024 г., Нижний Новгород

II Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД». Материалы конференции / Отв. ред. Е. К. Никольский и Г. Г. Побединский. – Нижний Новгород. - Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – 2025. – 206 с. Илл.

25-26 апреля 2024 г. в Нижнем Новгороде состоялась II Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД», правопреемник секции геодезии, картографии и геоинформатики Международного научно-промышленного форума «Великие реки»/ISEF.

Научно-практическая конференция проходила под эгидой объявленного Президентом Российской Федерации Десятилетия науки и технологий, в рамках проекта «Организационная и материально-техническая поддержка домов науки и техники, профессиональных организаций РосСНИО», включенного в инициативу № 10 «Решения и сервисы для профессионального сообщества» Десятилетия науки и технологий.

Сборник содержит пленарные и секционные доклады конференции.

Материалы публикуются в авторской редакции

Редакционная коллегия:

Никольский Е. К. (научный руководитель Геофорума Нижний Новгород, отв. редактор), Побединский Г. Г. (отв. редактор), Чечин А. В., Косарев А. С.

Подписано к публикации: 15.01.2025

- © Российское общество геодезии, картографии и землеустройства
- © Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
- © Коллектив авторов

Содержание

Пленарное заседание	5
Подготовка кадров в сфере геодезии и землеустройства на кафедре геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ Никольский Е. К., Чечин А. В.	5
Опыт использования фотограмметрического метода при исправлении реестровых ошибок Литвинцев К. А.	14
Специалисты среднего профессионального образования картографо-геодезических специальностей в топографо-геодезическом производстве Забнев В. И., Хинкис Г. Л.	19
Проблемы использования геопространственных данных городов Алябьев А. А.	23
Влияние катастрофических землетрясений Караманмараш (Турция, февраль 2023 г.) на скорости движения станций ГНСС Кавказского региона Кафтан В. И., Маневич А. И.	27
Опыт компании Геостройизыскания в проведении региональных тематических семинаров по использованию современного геодезического оборудования Алексеев М. Д.	32
Цифровая модель местности - основа обеспечения градостроительной деятельности Хамидулин Е. В., Салдаева М. В.	36
Геоинформационные системы и искусственный интеллект Чечин А. В.	39
Секция 1. Геодезические и картографические работы при создании и обновлении геопространственных данных: государственных топографических карт, крупномасштабной картографической основы	44
Нормативное регулирование применения ГНСС в сфере геодезического обеспечения Российской Федерации Побединский Г. Г., Волков А. С., Бесчастнов В. П.	44
Проблемы производства геодезических работ в городских агломерациях Еруков С. В.	55
Геоинформационное моделирование ограничений для полета беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве Российской Федерации Максимова С. Е., Духин С. В.	61
Особенности метода «свободной станции» при инженерно-геодезических работах Подшивалов В. П., Мкртычян В. В.	64
История первых городских нивелирных работ Побединский Г. Г.	73
Тенденции развития мировой геодезии на базе космических технологий Вдовин В. С.	102
Секция 2. Инженерно-геодезическое и инженерно-геологическое обеспечение изысканий, градостроительной и кадастровой деятельности	115
Современное геодезическое оборудование. Новое время - новые решения Глухов М. Г.	115
Фонд данных государственной кадастровой оценки: историчность, особенность, уникальность Пылаева А. В.	116
Создание дежурной государственной картографической основы: предпосылки и проблемы реализации Тарарин А. М., Донковцев В. Г.	120
Обучение профессии внешних пилотов: особенности, перспективы, рекомендации Максимова С. Е.	124

Совершенствование нормативного регулирования инженерных изысканий и инженерной защиты при гидротехническом строительстве Беляев В. Л.	127
Возможности QGIS при подготовке обучающего набора данных для классификации изображений природных ресурсов на спутниковых снимках Юрченко П. В.	135
Секция 3. Инновационные технологии геодезии и землеустройства.....	139
Инновационные технологии в инженерно-геодезических работах Вырвинская О. В., Подшивалов В. П.	139
Информационная модель объекта оценки Курилова М. Д., Пылаева А. В.....	142
Оценка состояния общественных территорий Нижнего Новгорода Лапина А. А., Никольский Е. К.	149
Обмерные работы зданий при технической инвентаризации и виды площадей Никитин И. С., Винникова Т. П.	152
Применение лазерного сканирования при инвентаризации объектов капитального строительства Плешков К. В., Винникова Т. П.	156
Сравнительный анализ результатов определения высот точек геодезических сетей методом спутникового и геометрического нивелирования Быстров И. Д., Никольский Е. К.	160
Методика получения и обработки материалов мобильного лазерного сканирования для создания цифровой модели местности Шургина А. А., Чечин А. В.	165
Методика фильтрации и классификации облака точек лазерных отражений по данным мобильного лазерного сканирования с использованием Terra Solid Гусев А. С., Чечин А. В.	170
Формирование экологического каркаса Нижегородской агломерации Сорокин К. Д., Косарева Н. А.	177
Мониторинг земельных участков в соответствии с их видом разрешенного использования Крылова А. В., Шершнева Н. Н.	183
Разработка методики оценки точности и определения площадей земельных участков при проведении межевания Грачёва Е. Е., Данилович А. И.	185
Влияние ошибок построения прямого угла на точность измерения координат недоступной точки с помощью функции электронного тахеометра «измерение со смещением» Паршина У. А., Четверикова А. А.	191
Особенности многофункциональной базы данных объектов при картографировании культурного наследия Канавинского района Нижнего Новгорода Дашаева Д. П., Никольский Е. К.	194
Современные технологии съёмки подземных коммуникаций в Беларуси Колосенок В. А., Мкртычян В. В.	198
Создание Федеральной государственной информационной программы «Национальная система пространственных данных» и наполнение сведениями Единый государственный реестр недвижимости Пензенской области Зимаева Е. Б., Мосяков И. В., Зимаев В. М., Чурсин А. И.	201
Решение II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Геофорум Нижний Новгород 2024»	205

Пленарное заседание

Открытие конференции состоялось 25 апреля 2023 г. в зале заседаний ученого совета Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета.

На открытии конференции выступили проектор по научной работе Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета Мониц Дмитрий Викторович, заместитель руководителя Управления Росреестра по Нижегородской области Горелова Татьяна Александровна, заместитель генерального директора ППК «Роскадастр» Литвинцев Константин Александрович, председатель Центрального правления Российского общества геодезии, картографии и землеустройства Побединский Геннадий Германович, заместитель председателя Центрального правления Российского общества геодезии, картографии и землеустройства, представитель группы компаний «Геостройизыскания» Алексеев Михаил Дмитриевич, председатель правления Уральского регионального отделения Российского общества геодезии, картографии и землеустройства, директор Урало Сибирской геоинформационной компании Алябьев Александр Александрович, научный руководитель Геофорума Нижний Новгород, профессор кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета Никольский Евгений Константинович.



Подготовка кадров в сфере геодезии и землеустройства на кафедре геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ

Никольский Е. К., Чечин А. В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

Вторая всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД» проходит в знаменательный для геодезического образования России год – 245 год создания Константиновского межевого института – родоначальника двух вузов России: МИИГАиКа и ГУЗа, наследников российской школы межевых инженеров и советской школы геодезистов и землеустроителей. Наш вуз, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, гораздо моложе этих старейших вузов, ему всего 94 года, но и у него есть своя история, в том числе и история подготовки кадров в сфере геодезии и кадастров.

Располагаясь рядом с Москвой, город Горький в 50-60 годы прошлого столетия испытывал нехватку инженерных кадров геодезического и, отчасти, землеустроительного

профилей. В тоже время в регионе велось крупное строительство, которое, кроме общепринятой геодезической подготовки инженеров-строителей, требовало специалистов для производства инженерных изысканий и сопровождения процесса строительства объектов.

Кажется, что закрыть эту потребность мог бы Горьковский инженерно-строительный институт имени В. П. Чкалова, организовав подготовку инженеров-геодезистов, но этому мешало отсутствие в этот период не только в вузе, но и в городе, докторов и кандидатов наук по геодезическим наукам. В эти времена в вузе также отсутствовала кафедра геодезии, а студентам строительных специальностей прикладную геодезию преподавали инженеры-строители и географы.

Руководство ГИСИ понимало нетерпимость этого положения и к 1973-1974 учебному году ректором института Мейеровым А. С. на работу в ГИСИ из других вузов Советского Союза были приглашены кандидаты технических наук, имеющие геодезическое образование - Шеховцов А. Г., Можухин О. А., Кочетов Ф. Г. и Никольский Е. К., а также опытные инженеры-производственники фотограмметрист Братковский В. А. и геодезист Барахович А. Я. Это позволило со временем открыть кафедру инженерной геодезии. Качество геодезической подготовки инженеров-строителей резко возросло. На кафедре активизировалась не только методическая, но и научная работа, молодые в то время кандидаты наук планировали защиту докторских диссертаций. Однако, первую докторскую диссертацию защитил самый молодой кандидат наук Виноградов В. В., принятый на кафедру на должность доцента.

В этот же период в городе складываются крупные коллективы производственных геодезических организаций Горьковский трест инженерно-строительных изысканий и Экспедиция № 129 Предприятия № 7 ГУГК при СМ СССР, преобразованная в Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие во главе с генеральным директором кандидатом технических наук Побединским Г. Г., а в сфере землеустройства - Волго-Вятский филиал ГИПРОЗЕМа. Среди горьковской геодезической общественности усиливается желание иметь в границах региона свою школу подготовки инженерных кадров. К этому же периоду относится возникновение в стране озабоченности экологическим состоянием великой русской реки Волги, протекающей по территории 39 субъектов Федерации, а также необходимость выполнения большого объема землеустроительных работ по инвентаризации земельного фонда страны и проведению межевания. Потребность в специалистах, умеющих грамотно выполнять геодезические работы, возростала лавинообразно.

В начале девяностых годов прошлого столетия стала возможной реализация творческого подхода к формированию программ обучения студентов. Одним из лидеров, предложившим свою систему высшего образования, была Нижегородская государственная архитектурно-строительная академия (ранее - ГИСИ, а ныне - ННГАСУ). При активной поддержке созданного в те времена Комитета по земельной реформе и земельным ресурсам Нижегородской области, Волго-Вятского филиала ФГУП «Госземкадастрсъёмка» - ВИСХАГИ (директор Сухомлин В. П.) и Нижегородского треста инженерно-строительных изысканий (исполнительный директор Масленников Г. Т.) в 1994 году в Нижегородской государственной архитектурно-строительной академии (НАСА) была открыта подготовка инженеров по городскому кадастру.



Первые преподаватели-производственники на кафедре
Масленников Г. Т., Сухомлин В. П., Шагин А. М.

Программа обучения включала значительный объем часов по дисциплинам геодезического и землеустроительного профиля, что в полной мере отражало пожелания производственных организаций. Для подготовки кадров по новой для вуза специальности в 1994 году была открыта специальная кафедра геоинформационных систем (ныне – кафедра геоинформатики, геодезии и кадастра), заведующим кафедрой которой стал инженер-геодезист, кандидат технических наук, доцент Никольский Е. К. Открытие новой специальности было положительно воспринято нижегородской общественностью и в вуз на эту специальность поступили выпускники школ с очень высоким рейтингом [1].



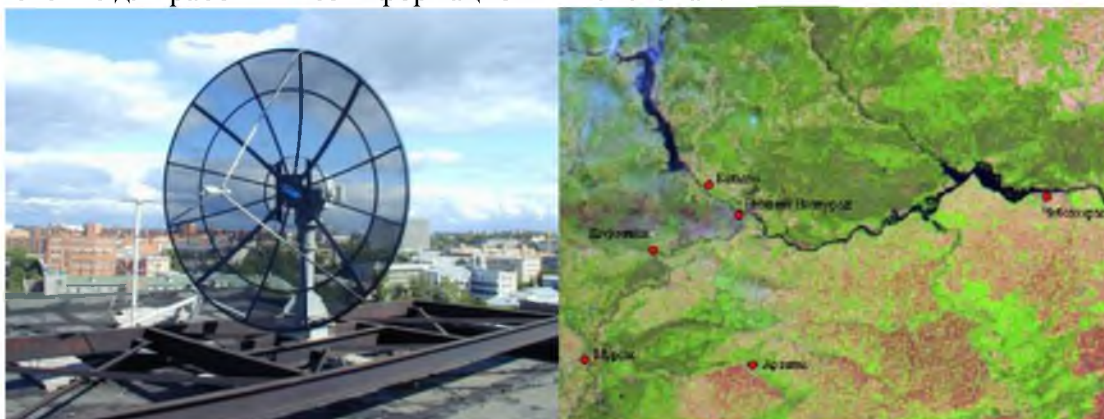
Никольский Е. К., основатель кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра

Одновременно при кафедре создан Учебно-научно производственный центр «Кадастр», направленный на учебную и научную деятельность и дающий возможность студентам проходить производственную практику. Первым начальником Центра был доцент кафедры Масленников Г. Т.



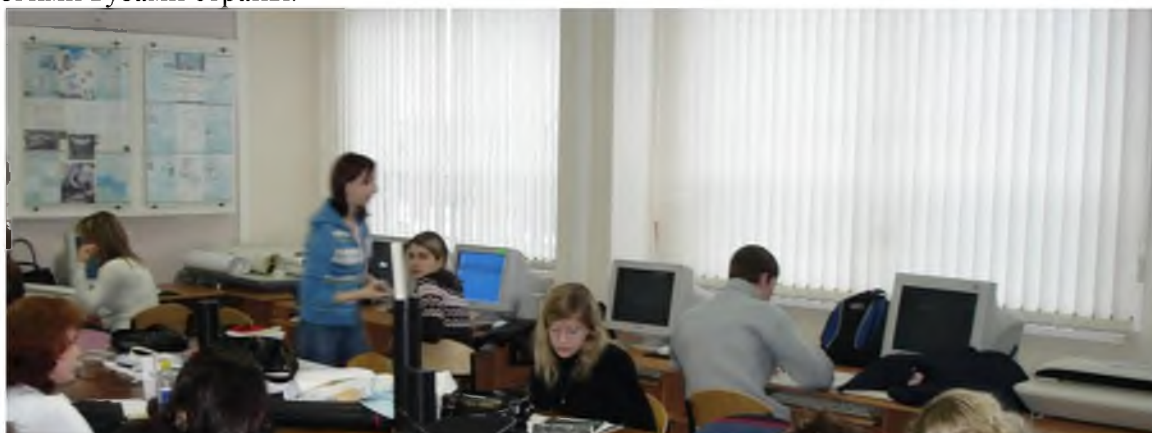
Коротин А. С., руководитель УНЦ «Кадастр» (2024 г.)

Руководство вуза и кафедры уже в это время смогло правильно оценить и прогнозировать тенденции развития геодезической и землеустроительной науки, установив на недавно созданной кафедре станцию приема космических снимков со спутников Ресурс-3, оснастив кафедру для тех времен лучшими персональными компьютерами, дигитайзером, сканерами и плоттером, закупив необходимое программное обеспечение для работы в геоинформационных системах.



Кафедральная станция приема космических снимков

Были установлены деловые контакты с фирмами «Ракурс», «СканЭкс», «Терра Спейс», «Интерграф», с Федерацией космонавтики, МГУ, ГИС-Ассоциацией, Учебно-методическим объединением вузов России в области землеустройства и кадастров, со многими вузами страны.



Студенты работают в компьютерном классе



Учебные практики

Целенаправленно пополнялся парк геодезических приборов электронными тахеометрами и приемниками глобальных навигационных спутниковых систем. Помимо учебно-научно-производственного центра «Кадастр», на кафедре были открыты лаборатория аэрокосмических методов мониторинга, учебный центр программного обеспечения белорусской фирмы «Кредо-Диалог», лаборатория геоинформатики и кадастра, филиалы кафедры на производстве.



Приборная база кафедры



Первый выпуск в 1999 г.

Преподаватели и студенты кафедры под общим научным руководством ректора университета академика Найденко В. В. принимали участие в выполнении федеральной целевой программы «Возрождение Волги» и международных научных исследованиях.



Секция 5 «Геоинформационное обеспечение бассейнов великих рек» на международном научно-промышленном форуме «Великие реки»



Защиты ВКР

Задачи, стоящие перед страной, привели к открытию в 2003 году второй специальности – «Земельный кадастр». Однако, увеличение набора студентов на 1 курс привело к понижению рейтинга поступающих абитуриентов.

Переход на многоуровневую систему образования в стране сформировал новое направление развития организации учебного процесса на кафедре. На основе оригинальных научно-методических разработок ННГАСУ [2], в которых активную роль играли ученые кафедры геоинформатики и кадастра, организуется подготовка не только специалистов, но также бакалавров и магистров по образовательному направлению кафедры.

В 2002 году состоялся первый выпуск бакалавров по направлению «Землеустройство и кадастры», что было новацией для всего землеустроительного образования в стране.



Производственные практики

В 2007 году началась подготовка магистров по направлению «Землеустройство и кадастры». Активное сотрудничество кафедры с производством, создание филиалов кафедры в производственных организациях способствовали подготовке специалистов, бакалавров и магистров, готовых к решению задач текущего времени и понимающих проблемы, которые выдвигала жизнь в своем развитии. При этом студенческий коллектив доказывал свою профессиональную подготовленность, занимая призовые места на всероссийских смотрах-конкурсах студенческих научных работ, дипломных проектов, выпускных квалификационных работ по специальностям и направлениям кафедры.

Наступило время, когда коллектив кафедры, оценив свою материально-техническую базу, опыт педагогической работы и кадровый потенциал, принял решение об открытии давно задуманной подготовки кадров по геодезии.



Дипломы победителей конкурсов ВКР



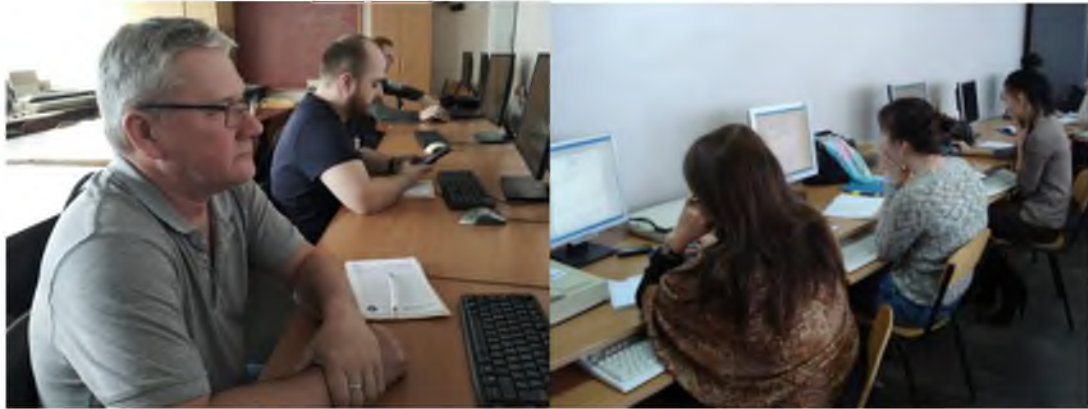
Преподаватели и сотрудники кафедры

В 2014 году состоялся первый прием студентов на актуальное для нашего региона направление «Геодезия и дистанционное зондирование». При обучении студентов много времени отводилось учебным и производственным практикам. В качестве базовой производственной организации выступило Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие, в которой был создан филиал кафедры геоинформатики и кадастра. Кафедра вошла в учебно-методический совет вузов России в области образования по геодезии и дистанционному зондированию, укрепились контакты с ведущими вузами России – ГУЗом и МИИГиКом, профессора которых принимали участие в учебном процессе и выступали в качестве официальных оппонентов на защитах аспирантов кафедры.



Выпускники и сотрудники, защитившие кандидатские и докторские диссертации
Чечин А. В., Тарарин А. М., Косарева Н. А., Зайцева Г. В., Хамидулин Е. В.,
Пылаева А. В.

Расширение номенклатуры выпускаемых специалистов и количества преподаваемых дисциплин привело к переименованию кафедры в кафедру геоинформатики, геодезии и кадастра (ГГК). В 2017 году в состав кафедры вошла кафедра инженерной геодезии, что привело к резкому увеличению числа студентов, за счет обучающихся на кафедре студентов строительных специальностей.



Повышение квалификации и переподготовка

В 2022 году на кафедре открылся геодезический музей, который посещается школьниками, студентами и всеми желающими познакомиться с историей развития геодезической науки и техники.

За 30 лет существования кафедры подготовлено около 900 специалистов, бакалавров, и магистров в области землеустройства и кадастров, а в последние 10 лет получили высшее образование ещё около 70 бакалавров по направлению «Геодезия и дистанционное зондирование» [3].

За годы, прошедшие после окончания университета, выпускники успешно продвинулись по карьерной лестнице и занимают руководящие должности. Например, Малышев Д. В. – генеральный директор ООО «Сфера», Сухов Д. М. – исполнительный директор ООО «Призма», Поветкин И. А. – директор Нижегородского центра инженерных изысканий, Кузьмина Е. В. – генеральный директор АО «ТИСИЗ», Бухвалова Т. А. – директор ООО «Дельта», Волковский А. В. – главный инженер филиала ППК «Роскадастр» «Средневожское аэрогеодезическое предприятие», Мирон М. И. – генеральный директор ООО «Кадастр онлайн», Королев Н. Ю. – генеральный директор ООО «Аэрогеодезия», Юферева И. Е. – главный технолог филиала ППК «Роскадастр» по Нижегородской области, Хамидулин Е. В. – кандидат географических наук, заместитель директора ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области», Коротин А. С. – начальник УНПЦ «Кадастр» ННГАСУ, Чечин А. В., кандидат технических наук, заведующий кафедрой ННГАСУ, Близнякова Т. Е. – кандидат экономических наук, доцент ГУЗ, Тарарин А. М. – кандидат технических наук, заведующий кафедрой МИИГАиК.

Руководят отделами различных организаций Нижнего Новгорода Морозова С. А., Слепова А. Э., Силякова Л. В., Салдаев Д. С., Зайцев С. А., Валенко А. В., Попова Е. А. и многие другие.

Таким образом, за 30 лет своей истории кафедра геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ в значительной мере обеспечила первоочередные потребности региона в кадрах профессионалов в области геодезии и кадастров и продолжает совершенствовать учебно-методическое обеспечение учебного процесса на базе современных научно-технических достижений.

Литература

1. Никольский Е. К. Исторический очерк развития кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ в контексте решения задач управления территорий (к 25-летию со дня основания кафедры) // Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика Материалы 8-й региональной научно-практической конференции, Нижний Новгород, октябрь 2019 г. - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2020. - С. 5-10.

2. Анисимов А. Н., Бобылев В. Н., Лапшин А. А. Уровенная система высшего образования. Опыт реализации и проблемы развития : монография. - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2017. - 320 с. : ил. - ISBN 978-5-528-00214-9.

3. Никольский Е. К., Побединский Г. Г., Чечин А. В. Десятилетие науки и технологий. Геодезия, картография и геоинформатика в Нижнем Новгороде // Геофорум. Нижний Новгород : Материалы I Всероссийской научно-практической конференция с международным участием, Нижний Новгород, 25–27 апреля 2023 года. – Нижний Новгород. - Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – 2023. – с. 5-18. - EDN: [LPNEZW](#)

Опыт использования фотограмметрического метода при исправлении реестровых ошибок
Литвинцев К. А.

ППК «Роскадастр», Москва, Россия

На сегодняшний день одной из ключевых задач Росреестра является исправление реестровых ошибок. Ведомство имеет на это соответствующие полномочия, закрепленные в законодательстве России. Задача эта имеет важное значение для укрепления системы имущественных отношений и, в конечном счете, для развития экономики страны.

ППК «Роскадастр» создана в 2022 году и представляет собой единое предприятие полного цикла в сфере земли и недвижимости, объединившее в своем составе профильные государственные учреждения и акционерные общества: ФГБУ «Федеральная кадастровая палата Росреестра», ФГБУ «Центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных», АО «Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ» и АО «Роскартография». Целью создания ППК «Роскадастр» является консолидация функций и ресурсов подведомственных учреждений Росреестра для повышения эффективности деятельности в сфере недвижимости и пространственных данных. Компания продолжает выполнять функции и задачи преобразованных учреждений и обществ.

В целях реализации полномочий по исправлению реестровых ошибок ППК «Роскадастр» наделена полномочиями по определению координат характерных точек границ объектов.

Это и земельные участки, и контуры зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства, и муниципальные образования, населенные пункты, территориальные зоны, лесничества.

Организация за прошедшие несколько лет накопила уникальный опыт ведения кадастра недвижимости и анализа возможных способов исправления реестровых ошибок. На базе этого опыта подготовлено конкретное технологическое решение. При успешной реализации оно может стать реальным инструментом для устранения проблем, которые с большим трудом решаются уже многие годы.

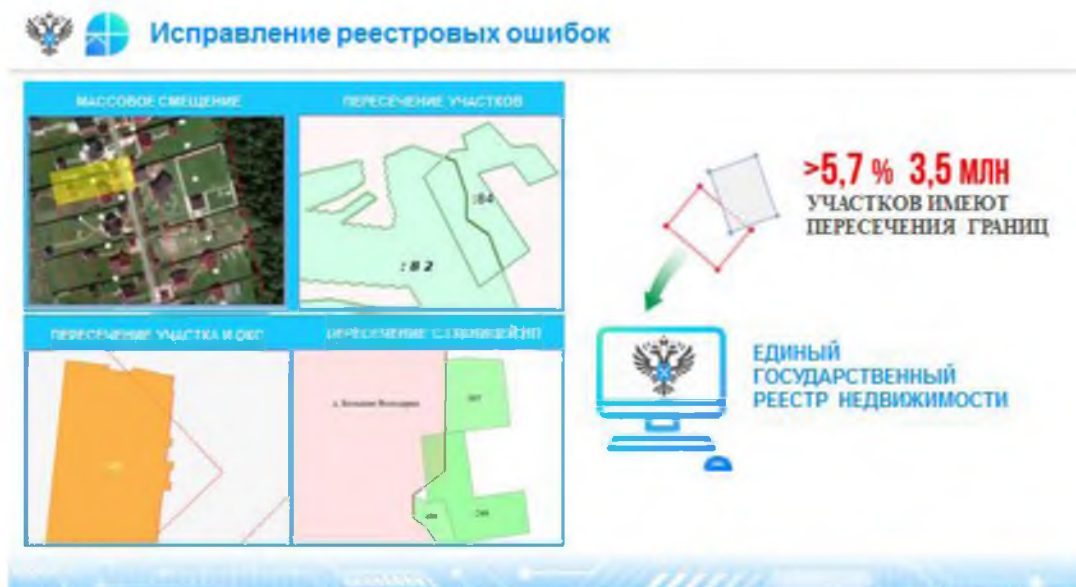


Примеры реестровых ошибок:

- это взаимное пересечение границ объектов недвижимости, пересечение границ земельных участков с границами муниципальных образований, населенных пунктов, территориальных зон и лесничеств;
- массовое смещение границ участков на одной территории;
- несоответствие адреса объекта его местоположению, значения фактической площади и площади, внесенной в ЕГРН;
- и ряд других.

Причем наиболее распространенные виды реестровых ошибок – это пересечение границ объектов.

В настоящее время в ЕГРН порядка 3,5 миллионов, то есть более 5,7%, земельных участков имеют пересечения границ.



Очевидно, что наличие реестровых ошибок содержит риски снижения уровня доверия к сведениям, содержащимся в реестре, создает риски возникновения судебных споров. В рамках исправления реестровых ошибок возможно определение координат объектов и в целях наполнения ЕГРН сведениями о границах объектов недвижимости. Порядком [1] такая возможность также предусмотрена.

В настоящее время около 18,5 миллионов участков и 27 миллионов зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства не имеют границ, установленных в соответствии с требованиями законодательства. В общем объеме получается, что границ нет у 30% земельных участков и 70% названных объектов капитального строительства.

Правительством Российской Федерации утверждены ключевые показатели, которые должны быть достигнуты в целях упрощения процедур ведения бизнеса и повышения инвестиционной привлекательности. К концу текущего года доля участков, учтенных в ЕГРН с корректными границами, должна равняться 69%. На начало года этот показатель уже достигнут.



Проблема, связанная с наличием в ЕГРН объектов недвижимости без установленных границ и реестровых ошибок, давно всем известна. Очевидно, что для решения этой задачи необходимы кардинальные действия, новые технологические решения. Такие, которые смогут достаточно быстро и без масштабных финансовых затрат дать удовлетворяющий критериям результат. И в данном случае проблема не только в повышении достоверности сведений ЕГРН. Речь идет о гарантии прав граждан на свои объекты недвижимости. О снижении рисков ведения бизнеса, повышении эффективности управления земельными ресурсами, наполнении региональных бюджетов налогами.

Порядком [1] предусмотрена возможность определения координат характерных точек границ объектов недвижимости и объектов реестра границ несколькими методами: геодезическим, методом спутниковых геодезических измерений (определений), картометрическим, фотограмметрическим и аналитическим методами.

Приоритетными среди перечисленных являются картометрический и фотограмметрический методы, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с другими методами, связанных с экономией финансовых и временных затрат.

Наиболее перспективным, на наш взгляд, является определение местоположения границ объектов недвижимости фотограмметрическим методом с использованием стереомоделей. Суть фотограмметрического метода заключается в определении значений координат с использованием одновременно двух и более снимков (одиночных и стереопар), полученных в результате аэрофотосъемки, то есть 3D-фотоизображения местности. Он имеет ряд преимуществ по сравнению с другими.

Во-первых, это значительная экономия финансов и времени по сравнению с геодезическим методом, подразумевающим проведение работ с выходом на местность. При этом в качестве исходных данных используются результаты аэрофотосъемки с пилотируемых или беспилотных летательных аппаратов. Это важно, так как для

беспилотников не нужны специальные площадки для взлета и посадки, они дают высокую детализацию снимков и позволяют проводить съемку оперативно.

Во-вторых, методика стереофотограмметрических измерений более проста по сравнению с измерениями по ортофотопланам с учетом наличия большего количества дешифровочных признаков объектов. Проще говоря, на стереомоделях больше прямых и косвенных признаков, по которым можно ориентироваться (контроль с нескольких стереопар, объекты имеют трехмерный вид и т. д.). При определении координат картометрическим методом с использованием ортофотоплана, представляющего собой плоское двухмерное изображение, трудоемкость определения координат увеличивается примерно в 2 раза. С использованием стереомоделей возможно уверенно распознать 86% характерных точек границ земельных участков и 76% контуров объектов капитального строительства. В то же время по ортофотопланам возможно распознать соответственно 41% и 32% точек.

И еще один важный момент при использовании стереомоделей – это точность измерений. Доля характерных точек границ со средней квадратической погрешностью менее 10 см (напомню, что это точность, установленная НПА для земель населенных пунктов) составляет:

- с использованием ортофотоплана – до 30% для земельных участков и до 18% для объектов капитального строительства;

- по стереомодели – до 92% для земельных участков и до 80% для объектов капитального строительства.



Тем не менее, в связи с наличием на аэрофотоснимках так называемых «слепых» зон в виде «завалов» строений, ограждений, плотных теней, нагромождения объектов и др., в ряде случаев при применении фотограмметрического метода определения координат необходимость применения геодезических методов все же возникнет. При совместном использовании фотограмметрического метода с аналитическим методом полевые работы по добору характерных точек геодезическим методом могут быть сведены к минимуму либо исключены.

В настоящее время в отдельных регионах России активно проводится аэрофотосъемка и создание цифровых стереофотограмметрических моделей. Результаты этих работ используются для определения координат характерных точек границ объектов. С прошлого года Компания приступила к активному использованию БВС в рамках исправления реестровых ошибок. За 2023 год получены материалы АФС на территории общей площадью 53 тыс. га.

Сейчас филиалами Компании для проведения аэрофотосъемок используются 66 беспилотных воздушных судов. Кроме того, ППК «Роскадастр» в текущем году планируется поставка в филиалы Компании еще 23 беспилотных воздушных судна. Полученные с применением БВС материалы планируется применять для определения координат точек границ объектов. На 2024 год филиалами Компании запланированы полеты на территории площадью 383 тысячи гектар.

На основе полученных материалов филиалами Компании подготавливаются фотограмметрические проекты с последующим помещением в федеральный фонд пространственных данных. На сегодняшний день в фонде находятся проекты на территорию более 6 тыс. га. За 2023 год филиалами Компании с применением исключительно фотограмметрического метода определены координаты точек границ порядка 47,8 тысяч объектов недвижимости. За 3 месяца 2024 года этот показатель уже составляет 38,8 тысяч объектов недвижимости, что составляет 81% от объема применения фотограмметрического метода за весь 2023 год. Для обеспечения работы со стереоснимками филиалы Компании обеспечены 90 стереофотограмметрическими комплексами. К закупке также планируются 100 единиц в 2025 году.

Что касается планов на текущий и будущие года, то ППК «Роскадастр» планирует увеличивать долю применения фотограмметрического метода при исправлении реестровых ошибок, сейчас доля его применения составляет порядка 18%.

Планируемые результаты в случае выполнения задачи методом, предлагаемым Компанией [2].

Первое. Исправление реестровых ошибок, в том числе устранение пересечений границ и массового их смещения. Причем, что особенно важно, без участия правообладателей, то есть без дополнительной финансовой и временной нагрузки на население. При этом у правообладателей сохраняется возможность обращения с заявлением о кадастровом учете тех объектов, сведения о границах, которых внесены в ЕГРН в рамках исправления реестровых ошибок.

Второе. Кардинально иные темпы роста доли объектов недвижимости, имеющих границы, установленные в соответствии с требованиями действующего законодательства.

Третье. Экономические эффекты. Расширение налогооблагаемой базы, повышение инвестиционной привлекательности. Обеспечение гарантии прав граждан на объекты недвижимости неизбежно сократит количество судебных споров и снизит риски ведения бизнеса.

Следует иметь в виду повышение достоверности кадастровой оценки, эффективности управления территориями и распоряжения земельными ресурсами.

Исправление реестровых ошибок с помощью фотограмметрического метода и наполнение реестра недвижимости сведениями о границах объектов силами ППК «Роскадастр» это наиболее подходящий для задачи экономичного, оперативного и, что немаловажно с государственной гарантией качества, способ повышения качества сведений реестра недвижимости.

Литература

1. Порядок изменения в ЕГРН сведений о местоположении границ земельного участка при исправлении реестровой ошибки (утвержден приказом Росреестра от 27.12.2023 № П/0565)

2. Алябьев А. А., Литвинцев К. А., Никитин В. Н. Трехмерная стереомодель территории - первооснова цифрового двойника // Геопрофи. - 2020. - № 2. - С. 13-17.

Специалисты среднего профессионального образования картографо-геодезических специальностей в топографо-геодезическом производстве
Забнев В. И., Хинкис Г. Л.

Московский колледж геодезии и картографии, Москва, Россия

Геодезия одно из древнейших направлений человеческой деятельности. Велика ее роль при решении многочисленных прикладных задач, касающихся практически всех сторон жизнедеятельности.

Профессия геодезиста, как и любая другая, формируется на основе изучения определенного набора учебных дисциплин и профессиональных модулей, которые систематизируются по названиям, объемам, очередности, формам контроля, другим признакам в документе, называемом учебным планом. Учебный план это скелет для формирования знаний будущего специалиста. Фундаментом же для учебного плана является федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) конкретной специальности, который представляет собой совокупность обязательных требований для образовательной организации при подготовке специалиста, в том числе и среднего звена. Именно стандартом определяется область и виды профессиональной деятельности будущего специалиста.

Специалист среднего звена по прикладной геодезии - техник-геодезист должен быть готов к участию в различных видах экономической деятельности, среди которых основными являются координатное и картографическое обеспечение страны, геодезическое обеспечение строительства зданий и инженерных сооружений, инженерные изыскания для уникальных объектов, гидрографические изыскательские работы, а также деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий.

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту среднего профессионального образования (СПО) по специальности 21.02.08 «Прикладная геодезия» техник-геодезист готовится к выполнению работ, включающих создание геодезических и нивелирных сетей, сетей специального назначения, топографическую съемку, результаты которой служат основой для проектирования и решения задач по развитию отраслей экономики. С 26 июля 2022 г. введен в действие новый ФГОС для специальности «Прикладная геодезия» код 21.02.20, объединяющий две действующие до 31.12.2023 г. специальности «Прикладная геодезия» и «Аэрофотогеодезия».

Московский колледж геодезии и картографии (ранее Московский топографический политехникум), старейшее среднее профессиональное учебное заведение, обеспечивающее в настоящее время потребности страны в подготовке квалифицированных специалистов по специальностям прикладная геодезия, картография, землеустройство [1].

Утвержденный в 2021 г. профессиональный стандарт специалиста в области инженерно-геодезических изысканий для градостроительной деятельности и проекты профессиональных стандартов специалиста в области прикладной геодезии расширяют трудовые функции техника-геодезиста, которые будут учитываться при подготовке студентов по специальности «Прикладная геодезия».

Одним из требований, предъявляемым к технику-геодезисту кроме теоретических знаний, практических навыков работы с современным геодезическим оборудованием и программным обеспечением, является умение выполнять их работу в сложных погодноклиматических условиях.

Учебный план специальности «Прикладная геодезия» представляет собой нормативный документ, регламентирующий общее направление и основное содержание подготовки специалиста, последовательность, интенсивность, сроки изучения учебных предметов, формы организации обучения, формы и сроки проверки знаний и умений обучаемых.

Если проанализировать содержание учебных планов на всем историческом протяжении подготовки специалистов по прикладной (инженерной) геодезии, начиная с Московского топографического политехникума до настоящего времени, то основное внимание всегда уделялось получению практических навыков использования имеющихся в данный момент методов ведения геодезических работ, доступных в данный период геодезических приборов и инструментов, современных технологий выполнения геодезических работ и обработки результатов [3].

Естественно, в учебных планах разных лет определенное внимание было посвящено теоретической подготовке техника-геодезиста, но только с точки зрения глубокого овладения практическими навыками и умениями. При подготовке специалистов Колледж придерживается триады - знать, уметь и иметь навыки, что всегда было заложено в основу подготовки специалиста и, конечно, присутствовала и присутствует в учебных планах техника-геодезиста.

Однако знать и уметь не одно и то же. Поэтому при подготовке техника-геодезиста особое, если не самое большое, внимание обращалось на постановку практических занятий, учебных и производственных практик в большом объеме.

Современный учебный план техника-геодезиста по специальности «Прикладная геодезия» состоит из четырех циклов дисциплин:

- общеобразовательный цикл;
- общий гуманитарный и социально-экономический цикл;
- математический и общий естественнонаучный цикл;
- профессиональный цикл.

Учебный план включает пять профессиональных модулей:

- выполнение работ по созданию геодезических, нивелирных сетей и сетей специального назначения;
- выполнение топографических съемок, графического и цифрового оформления их результатов;
- организация работы коллектива исполнителей;
- проведение работ по геодезическому сопровождению строительства и эксплуатации зданий и инженерных сооружений;
- выполнение работ по профессиям рабочих.

При этом практическая часть обучения, включая учебные, производственные и преддипломные практики, составляет 66% от общего объема учебной нагрузки студента.

В силу практико-ориентированной подготовки и ценятся выпускники колледжа, а потребность в техниках-геодезистах в области прикладной геодезии была и остается высокой в топографо-геодезических, изыскательских, проектных и оборонных предприятиях и организациях.

Недавно Московским колледжем геодезии и картографии был проведен мониторинг качества подготовки выпускников. В предприятия и организации разных форм собственности было направлено несколько вопросов главные из которых:

- оцените качество практической подготовки специалиста;
- основные виды геодезических работ, выполняющиеся техниками-геодезистами;
- предложения по улучшению подготовки техников картографо-геодезической специальности.

Обобщенные результаты мониторинга показали следующее.

1. Практически все организации подчеркивают хороший уровень подготовки специалистов в области проведения комплекса топографо-геодезических работ, высокий уровень мотивации для работы по данной специальности, готовность к выполнению инженерно-геодезических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений, созданию, развитию и реконструкции геодезических сетей.

2. Основные виды работ, которые выполняют техники геодезисты:

- крупномасштабная топографическая съемка (наземная);
- построение нивелирных сетей;
- проложение полигонометрических и теодолитных ходов;
- создание геодезической разбивочной основы с применением оборудования и технологий глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС);
- инженерно-геодезические изыскания для проектирования и строительства;
- геодезические работы на строительной площадке;
- съемка подземных инженерных коммуникаций;
- исполнительная съемка;
- создание и обработка цифровых трехмерных моделей объектов и территорий;
- составление инженерно-топографических планов с использованием компьютерных программ и др.

3. Предложения по улучшению подготовки техников-геодезистов:

- уделять внимание современным технологиям в области лазерного сканирования;
- включить в программу изучение оборудования для поиска подземных инженерных коммуникаций;
- организовать предметное изучение сводов правил, касающихся инженерных изысканий и геодезических работ на строительной площадке;
- включить в программу изучение особенностей проведения инженерно-геодезических изысканий для проектирования железных дорог;
- уделять внимание вопросам обработки результатов измерений «вручную».

Предложения по улучшению подготовки выпускников МКГиК были учтены в Учебных планах подготовки по специальности «Прикладная геодезия».

На основе данных Минобрнауки России на 2023 г. в 36 учебных заведениях СПО, расположенных в 29 регионах Российской Федерации, ведется подготовка по специальности «Прикладная геодезия». Общий контингент обучающихся по этой специальности на апрель 2023 г. составлял 5034 человек, а выпуск в 2023 г. — 889 человека. Много это или мало?

Профессиональное образование всегда встроено в социально-экономический процесс. Оно зависит от того, какую модель отраслевой экономики мы создаем, какие специалисты и в каком количестве ей потребуются. В настоящее время нет четкой картины, какие организации будут заказчиками специалистов этого направления. Велик риск того, что часть выпускников окажется невостребованной. Перед началом приемной кампании у каждого учебного заведения возникает условие неопределенности — по каким специальностям проводить набор и в каком количестве, поскольку выпуск этих специалистов будет только через четыре года.

Одним из критериев востребованности выпускников является прохождение студентами производственных и преддипломных практик в гражданских организациях и в оборонных предприятиях. По заявкам строительных, изыскательских и проектных организаций, которые составляют 40% от общего числа, наибольший спрос от 43% до 65% приходится на специалистов по направлению «Прикладная геодезия». Конкурс абитуриентов на эту специальность также самый высокий. На базе 9 классов в 2023 г. он составил 5,7 человека на одно место, а на базе 11 классов — 6,3 человека на одно место.

Взаимодействие среднего профессионального геодезического образования и рынка труда может идти по разным направлениям:

- определение содержания СПО, повышение качества учебных планов и программ, помощь в издании учебных пособий и методических материалов;
- проведение производственных и преддипломных практик студентов на базах предприятий и организаций;
- стажировка преподавателей на производстве;
- взаимодействие в рамках учебного процесса (проведение учебных занятий, участие в квалификационных экзаменах и государственной итоговой аттестации);

- работа по профессиональной ориентации будущих абитуриентов;
- оказание практической помощи в модернизации учебно-лабораторной базы и геодезических полигонов;
- участие полномочных представителей государственных учреждений, оборонных предприятий и коммерческих организаций в попечительских советах учебных заведений;
- целевая подготовка кадров;
- экономическая помощь в развитии образовательных учреждений, поддержка студентов (например, учреждение поощрительных стипендий попечительских советов) и многое другое.

Теоретически отраслевые предприятия и организации в настоящее время должны уделять все большее внимание вопросам профессиональной подготовки кадров. Практически работодатели отстранены от всех проблем средней профессиональной школы, а если какие-либо связи и остаются, то на условиях личных контактов, а не на условиях целевых программ.

В подготовке специалистов в Московском колледже существенную помощь оказывает созданный в 1999 г. Попечительский совет, в составе которого вошли представители государственных и частных организаций.

Попечительский совет оказывает методическую и организационную помощь по направлениям:

- открытие на базе колледжа новых направлений подготовки;
- оснащение учебно-технической базы колледжа;
- подготовка мероприятий посвященных 105-летию Московского колледжа в 2025 году.

Председатель и исполнительный директор в течении 2023 года были в постоянном контакте с членами Попечительского совета по вопросам оказания помощи в обеспечении учебного процесса. Это затронуло и вопросы кадрового обеспечения преподавателями, обеспечение оборудованием и технологиями, обновление технической документации, информационная поддержка в средствах массовой информации. Две организации, входящие в Попечительский совет ООО «Фирма Юстас» и ООО «ГМУСтрой» установили именные стипендии лучшему студенту по специальностям «Прикладная геодезия» и «Аэрофотогеодезия». Практически все попечители оказывают помощь в проведении производственных и преддипломных практик на базах своих организаций. Осуществляют рецензирование и руководство дипломными работами студентов, принимают участие в приеме квалификационных экзаменов и работе Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Попечители оказывают информационно-методическую помощь по согласованию Учебных Планов и Рабочих программ по направлениям подготовки колледжа. Члены Попечительского совета являются председателями Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Необходимо обратить внимание руководства саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий, проектирования и строительства, топографо-геодезических предприятий разных форм собственности на необходимость социального партнерства с учебными заведениями. Партнерство с учебными заведениями должно стать стратегической задачей профессиональных сообществ. Роль техника-геодезиста по направлению подготовки «Прикладная геодезия» достойно представлена в громадном комплексе работ, которые выполняют изыскатели России, в чем есть заслуга Московского колледжа геодезии и картографии [2].

В связи с исключением из Перечня специальностей СПО специальности «Аэрофотогеодезия», на последнем заседании Попечительского совета Колледжа был поднят вопрос о введении в Перечень специальностей СПО новой специальности под условным названием «Дистанционное зондирование Земли». Было предложено направить запросы в отраслевые организации и предприятия различной ведомственной

принадлежности о целесообразности подготовки специалистов данного направления и их потребности.

Литература

1. Рабкин А. А. Московскому колледжу геодезии и картографии 100 лет // Геопрофи. – 2020. - № 1. – С. 5-10.
2. Хинкис Г. Л. Подготовка техников-геодезистов в Российской Федерации. Их роль и востребованность на рынке труда // Геопрофи. – 2022. - № 1. – С. 35-39.
3. Хинкис Г. Л. Специалист новой волны // Геодезия и картография. – 2016. – № 2. – С. 58–60. DOI: [10.22389/0016-7126-2016-908-2-58-60](https://doi.org/10.22389/0016-7126-2016-908-2-58-60)

Проблемы использования геопространственных данных городов Алябьев А. А.

Уральское региональное отделение Российского общества геодезии, картографии и землеустройства, Урало-Сибирская геоинформационная компания, Екатеринбург, Россия

Быстрое разнонаправленное развитие городов потребовало реальное высокоточное трехмерное (3D) представление городских территорий с привычным простым восприятием окружающей среды, с возможностью измерять, моделировать и анализировать это с высокой степенью достоверности и соответствующее законодательству [1, 2, 3].



Рис.1. Стратегические решения

При этом конечные пользователи должны иметь возможность потреблять геопространственные данные с доверием к его качеству и происхождению. Нет никакого смысла иметь и создавать 3D-модели, если Ваши данные не точны и нет их оценки.

Цель геодезического сообщества состоит в том, чтобы с помощью технологий быстрого сбора данных обеспечить создание реальных, надежных геопространственных данных, которые позволят власти и бизнесу получить полноценную ситуационную осведомленность, помогая принимать более взвешенные решения и наглядно планировать и контролировать ход их выполнения.



Рис. 2. Требования к пространственным данным

Анализ обеспеченности городов картографическими материалами, выполненный Урало-Сибирской геоинформационной компанией (УСГИК) показал, что в регионах практически отсутствуют геопространственные данные удовлетворяющие требованиям потребителя (рис 2).



Рис. 3. Существующие пространственные данные

В настоящее время технологические возможности позволяют создать по данным АФС два типа пространственных данных [4]:

- 3D векторные модели;
- 3D меш модели.

В векторной 3D модели производится вручную моделирование геометрии и текстурирование моделей. Недостатками векторных моделей являются:

- высокая трудоемкость, стоимость;
- неполная информативность;
- высокий уровень профессионализма создателей.

В 3D меш модели производится автоматическое создание моделей. Недостатками меш моделей являются:

- высокая стоимость АФС;
- потребность в специализированном дорогостоящем оборудовании и в мощных вычислительных ресурсах для обработки полученной информации;
- недостаточная геометрическая точность модели, размеры объектов значительно искажаются.



Рис. 4. Город Гусев Калининградская область

Из вышесказанного следует, что создание пространственной геоинформационной продукции в виде топографического плана, векторной или растровой трехмерной модели связано со значительными затратами и ведет к потерям информативности и/или точности. Подобная ситуация порождает отсутствие общедоступных 3D моделей городов.

Единственным без потери исходной информации высокоточным реалистичным визуализатором, позволяющим оператору качественно идентифицировать объекты на местности и с высокой точностью измерять их пространственные характеристики, является одиночная стереомодель, созданная по цифровым аэрофотоснимкам, полученным как с беспилотных воздушных судов (БВС), так и с пилотируемых самолетов.

Но чтобы просмотреть весь город необходимо перебрать большое количество стереопар. К примеру, аэрофотосъемка г. Ижевска состоит из 32 000 стереопар с БВС при разрешении на местности 5 см на пиксель, г. Екатеринбурга из 12 000 стереопар с самолета АН-2 при разрешении на местности 7 см на пиксель.

Специалистами УСГИК разработан программный продукт ИНСОТ [6], позволяющий дешево и быстро интегрировать одиночные стереомодели в единую 3D стереомодель города без потери исходной информации, с привычным для человека объёмным восприятием окружающей среды. Это позволило создать высокоточный реалистичный виртуальный образ территории [5].

ЕДИНАЯ 3D-СТЕРЕОМОДЕЛЬ – ЦИФРОВОЙ БЛИЗНЕЦ ГОРОДА .

100%

БЕЗ ПОТЕРЬ, ИЗЪЯТИЙ И ОБОБЩЕНИЙ

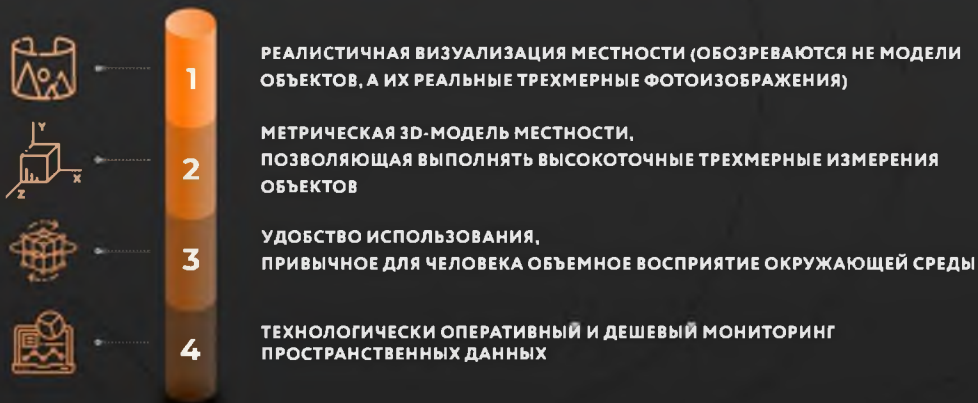


Рис. 5. Единая 3D стереомодель

Проблема управления развитием городских территорий связана с нехваткой качественных пространственных данных. Практически отсутствуют отраслевые исследования, всесторонний анализ, экспертиза предлагаемых решений. Для решения этой проблемы предлагается восстановить головную научную организацию отрасли Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАИК). Создать независимый центр компетенции с функциями:

- взаимодействия бизнеса с государственными органами;
- проведение надежной экспертизы работ;
- получение компетентных разъяснений и консультаций как исполнителей, так и заказчиков.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года»

2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2014 г. № 2446-р «Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город»

3 - Zhaojin L., Bo W., Yuan L. INTEGRATION OF AERIAL, MMS, AND BACKPACK IMAGES FOR SEAMLESS 3D MAPPING IN URBAN AREAS // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIII-B2-2020

4. Основные стратегии создания 3D моделей городов. — <http://gislab.info/qa/3dciti>

5. Алябьев А. А., Литвинцев К. А., Никитин В. Н. Трехмерная стереомодель территории - первооснова цифрового двойника // Геопрофи. - 2020. - № 2. - С. 13-17.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018617544 Российская Федерация. Цифровая стереофотограмметрическая система «Информационный стереоскопический образ территории» («ИНСОТ», «INSOT») : № 2018614590 : заявл. 20.04.2018 : опубл. 26.06.2018 Бюл. № 7 / правообладатель Акционерное общество «Урало-Сибирская геоинформационная компания» (АО «УСГИК»).

Влияние катастрофических землетрясений Караманмараш (Турция, февраль 2023 г.) на скорости движения станций ГНСС Кавказского региона

Кафтан В. И., Маневич А. И.

Геофизический центр Российской академии наук, Москва, Россия

Введение

Важнейшей характеристикой геодезических координатных основ является их временная стабильность. Человечество стремится сохранять геодезические основы высокоточными на протяжении длительного времени. Это особенно важно для крупных государств, расположенных на территориях с разной степенью подвижности земной коры. Такие координатные основы востребованы в связи с экономической целесообразностью. Тем не менее, они неизбежно устаревают со временем. Положение геодезических пунктов непрерывно меняется, что приводит к снижению качества геодезических основ. Так, для снижения степени старения государственных высотных основ, предусмотрены регулярные повторения точного государственного нивелирования. В последние десятилетия геодезические координатные основы создаются и развиваются средствами глобальных навигационных систем (ГНСС). Высшим уровнем таких основ являются станции непрерывных ГНСС-измерений. В настоящей работе оценивается постоянство государственной координатной основы на территории Кавказа в связи с сильнейшими землетрясениями в Турции.

Геодезические координатные основы

Современные геодезические координатные основы глобального и субконтинентального распространения (Terrestrial Reference Frames - TRF) являются необходимыми и важнейшими элементами государственной и международной инфраструктуры, реализующими геодезические отсчетные основы (Terrestrial Reference Systems - TRS). В глобальном отношении геодезические основы регламентируются и регулируются Международной службой вращения Земли и систем отсчета - МСВЗ (International Earth Rotation and Reference Systems Service - IERS). Согласно официальных конвенций МСВЗ [4], части 4 Terrestrial Reference Systems and Frames, геодезическая система отсчета является пространственной системой отсчета, зафиксированной в теле Земли и испытывающей совместное суточное вращение. В такой системе положения пунктов на поверхности Земли имеют координаты, незначительно меняющиеся во времени из-за тектонических или приливных деформаций. Земная геодезическая основа определяется, как реализация земной системы отсчета, а именно, поддержание её начала, ориентировки осей и масштаба с учетом временных изменений. Эта реализация представлена набором физических точек (пунктов) на земной коре, имеющих точно определенные координаты в соответствующей системе отсчета. Иными словами, она представляет собой сеть геодезических пунктов и каталог их координат на заданный момент времени.

Текущее положение пункта $\vec{X}(t)$, закрепленного на земной поверхности на эпоху t , и поправки за счет изменений положения во времени $\Delta\vec{X}_i(t)$ представляются моделью

$$\vec{X}(t) = \vec{X}_R(t) + \sum_i \Delta\vec{X}_i(t). \quad (1)$$

Наиболее современная международная геодезическая отсчетная основа ITRF2020 подробно описана в работе [2]. В этой отсчетной основе второе слагаемое формулы (1) содержит модели линейной, периодических (сезонных и полугодовых) и постсейсмических смещений (Рис. 1).

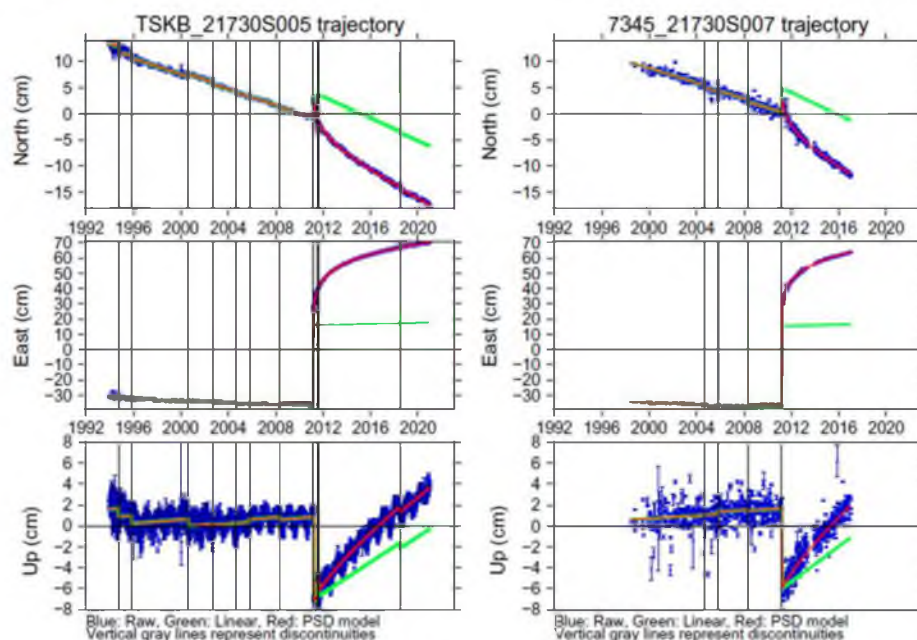


Fig. 4 Trajectory of Tsukuba (Japan) site. Left GNSS and right VLBI. In blue raw data, in green the piecewise linear trajectories from ITRF2020 coordinates, and in red the trajectories obtained when adding the parametric PSD model

Рис. 1. Траектория движения станции Цукуба (Япония). Слева ГНСС, справа РСДБ. Синим – измеренные сырые данные, зеленым – кусочно-непрерывные линейные траектории изменения координат ITRF2020, красным – траектории постсейсмических изменений положения [2]

В современной версии ITRF2020 за счет постсейсмических изменений скорректированы изменения координат 118 пунктов, затронутых 65-ю сильнейшими землетрясениями и расположенных достаточно близко от эпицентров. При этом на территории России таких пунктов не оказалось. Более ранние международные TRF использовали только линейные модели перемещения пунктов. Пространственное распределение векторов движений станций ГНСС ITRF2020 представлено на Рис. 2-3.

Современная государственная отсчетная основа России ГСК2011 учитывает только линейный долговременный тренд. Состояние государственной геодезической основы России описано, например, в [3]. Вопросы развития геодезических координатных основ рассмотрены в работе [1].

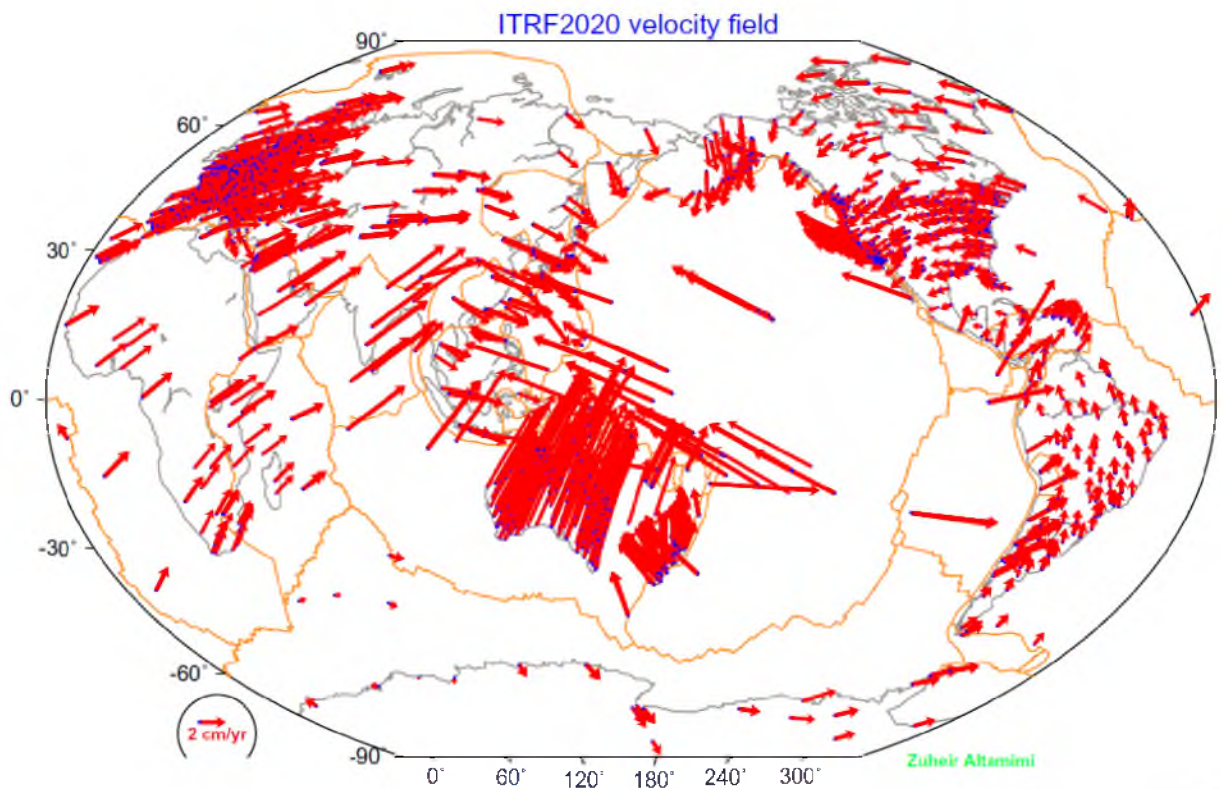


Рис.2. Векторы горизонтальных скоростей станций ITRF2020 с формальными ошибками менее 1мм/год [2]

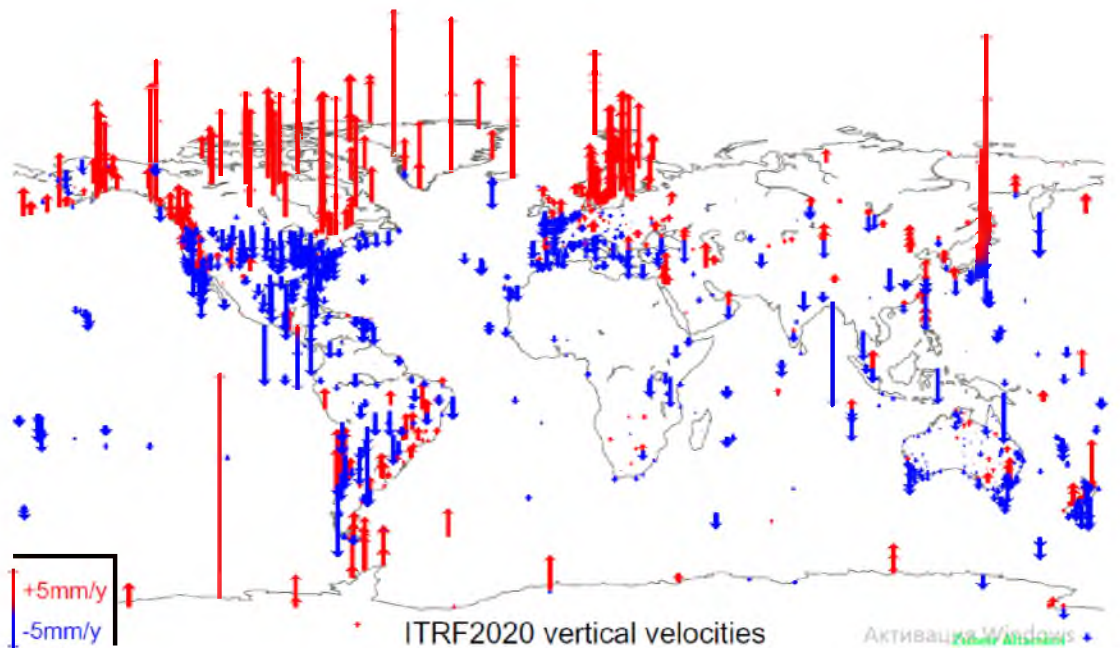


Рис.3. Скорости вертикальных движений станций ITRF2020 с формальными ошибками менее 1 мм/год [2]

В работе [6] исследованы изменения линейных трендов пунктов глобальной координатной основы 21 века в связи с 17-ю мега-землетрясениями ($M_w > 8$). Численное моделирование показало, что почти половина поверхности Земли подверглась горизонтальной косейсмической деформации > 1 мм. Установлено, что косейсмические деформации сильнейших землетрясений в удаленных зонах, вносят ошибки в оценки линейных скоростей геодезических пунктов не менее 0,1–0,3 мм/год по большей части

поверхности Земли, охватывая, в том числе, и территорию России. Результаты исследований показали, что для поддержания геодезической основы в надлежащем состоянии необходим непрерывный контроль изменения координат в связи с возникающими сильнейшими землетрясениями.

Влияние землетрясений Караманмараш (февраль 2023 г., Турция)

В феврале 2023 года в Турции произошли два разрушительных землетрясения в районе Караманмараш с магнитудами $M7.7-7.8$, что близко к уровню мега-землетрясений. Возник естественный интерес оценки влияния этих событий на состояние координатной основы в прилегающих территориях, в частности, в Кавказском регионе. Для этой задачи были использованы продолжительные временные ряды координат на пунктах ГНСС-наблюдений России и соседних государств.

По методу наименьших квадратов были оценены скорости и направления перемещений геодезических пунктов для интервалов до и после землетрясений Караманмараш. Результаты исследований рядов координат некоторых пунктов представлены на Рис. 4-6.

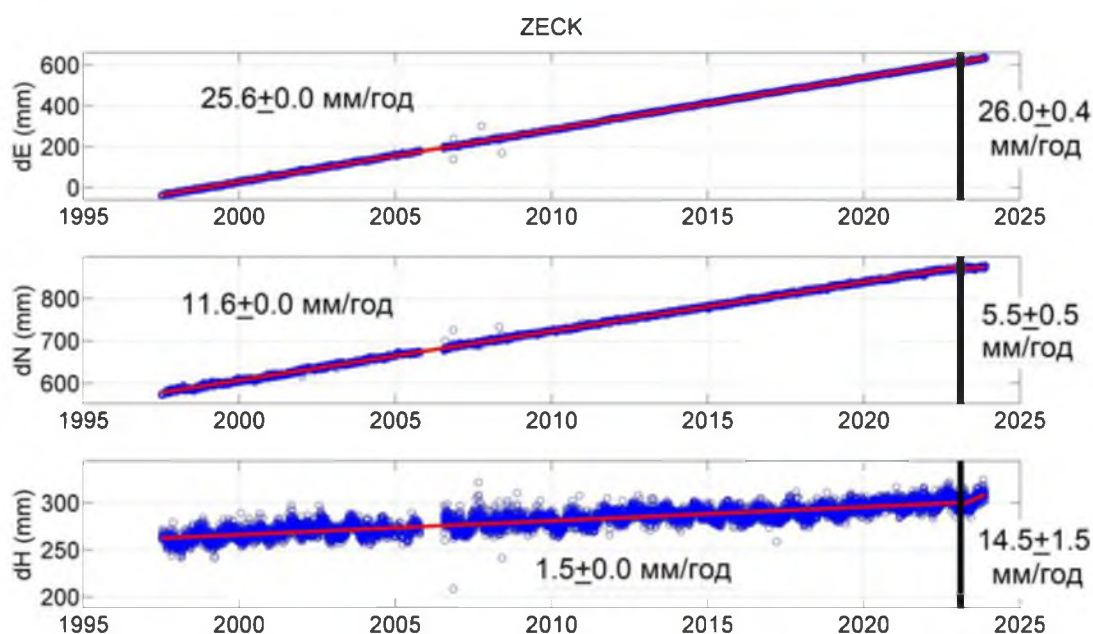


Рис. 4. Изменения линейных трендов перемещения станции Зеленчук. Синим – измеренные данные, красным – линейные тренды, черная вертикаль – момент землетрясений Караманмараш

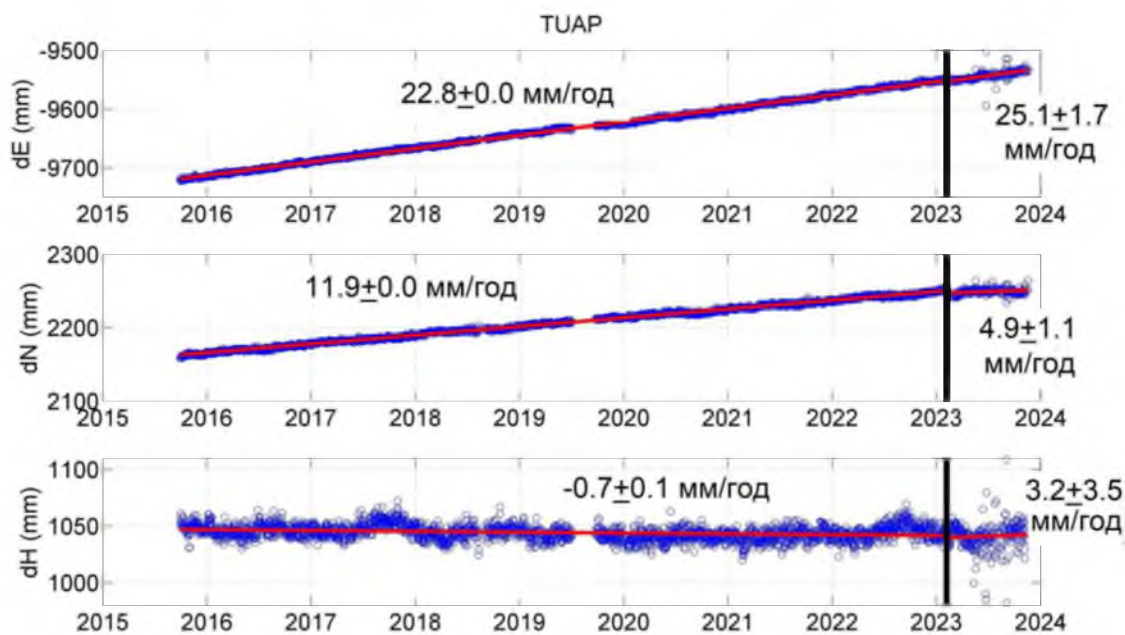


Рис. 5. Изменение трендов перемещения станции Туапсе. Синим – измеренные данные, красным – линейные тренды, черная вертикаль – момент землетрясений Караманмараш

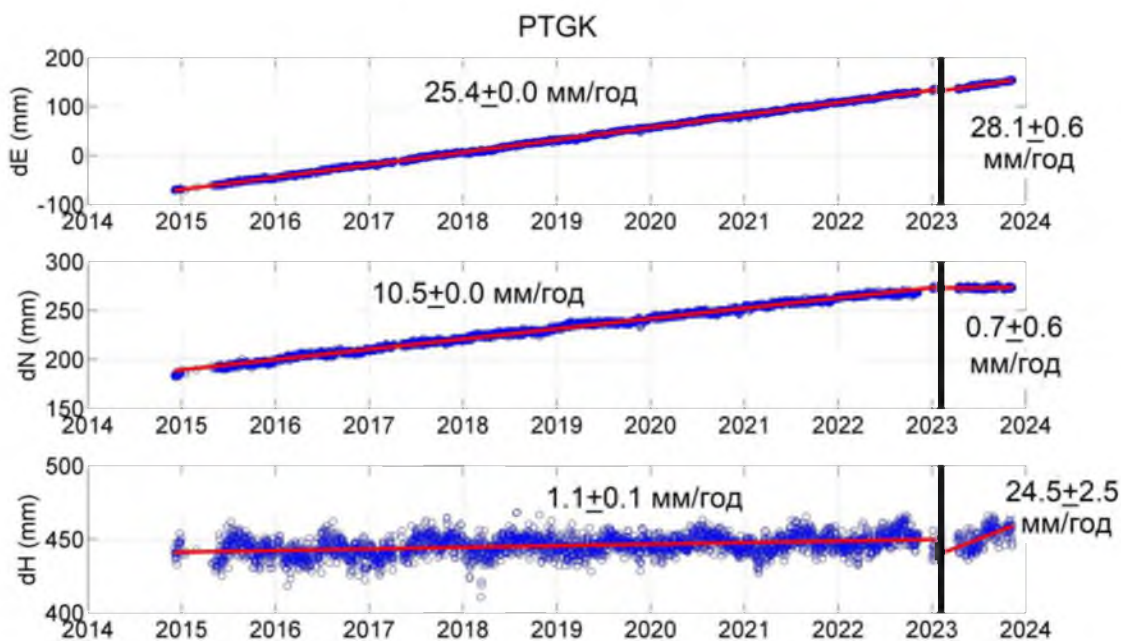


Рис. 6. Изменение трендов перемещения станции Пятигорск. Синим – измеренные данные, красным – линейные тренды, черная вертикаль – момент землетрясений Караманмараш

На рисунках 4-6 кроме графиков представлены количественные оценки скоростей изменения координат со средними квадратическими ошибками (СКО) их определения. Можно видеть по соотношению скоростей и их СКО, что, не смотря на непродолжительные интервалы времени после землетрясений, скорости изменения координат определены достаточно уверенно, за исключением тех ситуаций, когда движения практически остановились и скорости близки к нулю. Впоследствии была осуществлена статистическая проверка гипотезы о равенстве скоростей изменений до и после землетрясений. Таким образом выявлен общий поворот векторов горизонтальных

движений Кавказского региона на $60+0.50$. В отношении вертикальных движений, ускорились подъемы Кавказа, по отношению к предыдущим десятилетиям [5].

Заключение

Исследование влияния разрушительных землетрясений Караманмараш (6 февраля 2023 г., Турция) на характер перемещения ГНСС-пунктов показало, что после этих сейсмических событий направления и скорости движений пунктов значительно изменились. Это обстоятельство, на наш взгляд, является очень важным. Оно обуславливает необходимость учета динамики земной коры в связи с сильными землетрясениями, даже достаточно удаленными от пунктов государственной геодезической сети. Такой учет необходим, для поддержания высокой точности и снижения уровня «старения» государственных геодезической и высотной основ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда «Системная оценка сейсмической опасности центральной части Большого Кавказа (Осетинский сектор)» (проект №23-17-00176).

Литература

1. Побединский Г.Г., Кафтан В.И. Системы координат глобальные, континентальные, региональные, национальные: состояние, проблемы, перспективы // *Науки о Земле.* - 2020. - № 3. - С.4-59. - EDN [EDYLIZ](#)
2. Altamimi Z., Rebischung P., Collilieux X., Métivier L., Chanard K. ITRF2020: an augmented reference frame refining the modeling of nonlinear station motions // *Journal of Geodesy.* - 2023. - 97/47 <https://doi.org/10.1007/s00190-023-01738-w>
3. Gorshkov V., Gusev I., Dokukin P., Kaftan V., Malkin Z., Mazurova E., Mikhailov V., Pasyonok S., Pobedinsky G., Popadyev V., Savinykh V., Shestakov N., Stoliarov I., Sugaipova L., Zotov L. (2023), National Report for the IAG of the IUGG 2019–2022, Savinykh, V. P., V. I. Kaftan Eds. *Geoinf. Res. Papers*, 11(1), BS1002, 69 pp. <https://doi.org/10.2205/2023IUGG-RU-IAG>
4. IERS Conventions (2010). Gérard Petit and Brian Luzum (eds.). (IERS Technical Note ; 36) Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2010. 179 pp., ISBN 3-89888-989-6
5. Kaftan V.I., Gvishiani A.D., Manevich A.I., Dzeboev B.A., Tatarinov V.N., Dzeranov B.V., Avdonina A.M., Losev I.V. An analytical review of the recent crustal uplifts, tectonics, and seismicity of the Caucasus Region // *Geosciences.* 2024. Vol. 14. Iss. 3. Vol. 70. <https://doi.org/10.3390/geosciences14030070>.
6. Tregoning, P., Burgette R. McClusky S.C., Lejeune S., Watson C.S., McQueen H. A decade of horizontal deformation from great earthquakes // *Journal of Geophysical Research: Solid Earth.* 2013. Vol. 118. p. 2371–2381. <https://doi.org/10.1002/igrb.50154>.

Опыт компании Геостройизыскания в проведении региональных тематических семинаров по использованию современного геодезического оборудования

Алексеев М. Д.

Компания «Геодезические приборы», Санкт-Петербург, Россия

Компания «Геостройизыскания» (ГСИ) была создана в 1994 г. К настоящему моменту спектр поставляемого оборудования включает спутниковые приемники, лазерные сканирующие комплексы, электронные тахеометры, традиционное геодезическое оборудование. Важными направлениями деятельности являются поставка и внедрение систем автоматического управления дорожно-строительной и сельскохозяйственной техникой. С первых дней создания компания была ориентирована не просто на поставки оборудования, а на комплексное предложение востребованного

оборудования и услуг. Так, в 1997 г. была создана сервисная служба по ремонту оптико-электронного оборудования. В 1998 г. ГСИ получает статус генерального дистрибьютора компании Sokkia, а с 1999 г. начинают открываться филиалы в стране. В числе первых были города Самара и Санкт-Петербург. В 2009 г. началась разработка и затем запущен серийный выпуск первого отечественного универсального коллиматорного станда ВЕГА УКС. В 2010 г. компания становится генеральным дистрибьютером TOPCON. В 2017 г. разработана мобильная сервисная лаборатория, которая обеспечила в дальнейшем большую доступность качественных услуг в части ремонта и поверки геодезического оборудования в различных регионах страны. 2018 г. отмечен получением государственной аккредитации на право поверки геодезических средств измерений, чем подтвердился высокий уровень работы сервисного центра.



Рис. 1. История развития ООО «Геостройизыскания»

В 2022 г. ГСИ становится официальным представителем SINO GNSS и генеральным дистрибьютером GoSLAM, в том же году начались продажи тахеометров под собственным брендом VEGA. За тридцатилетнюю историю компания насчитывает 19 офисов по стране, численность сотрудников выросла до 250 человек. Важно отметить, что в каждом городе присутствия обеспечена техническая и сервисная поддержка пользователей оборудования.

С самого начала ГСИ уделяло значительное внимание организации и проведению региональных тематических семинаров по использованию современного геодезического оборудования и программного обеспечения [1, 2]. Так, с 1999 г в различных городах начали проводиться выставки геодезического оборудования, на которых специалистов отрасли знакомили с цифровизацией производственных процессов. В конце 90-х начале 2000-х годов, при недостаточном на тот период развитии интернета, подобные выставки стали площадкой, где специалисты могли не только познакомиться с новейшими образцами современного оборудования, но и обменяться первым опытом внедрения электронных приборов и программного обеспечения. Вспомним, что тогда начался период серьезного переоснащения организаций, занимающихся геодезическими работами, изысканиями. Это был период перехода от традиционных методов измерений и «ручной камеральной» работы к значительной цифровизации выполняемых работ. В начале 2000-х годов компания перешла к формату семинаров и мастер-классов, на которых специалисты знакомились более подробно не только с оборудованием, но и с особенностями внедрения цифровых геодезических технологий в производственные процессы. И выставки, и семинары собирали десятки заинтересованных людей в различных регионах России. В 2016–2017 гг. состоялся цикл семинаров, в рамках которых демонстрировались некоторые

экспоненты из музея ГСИ. Цикл этих семинаров закончился 20-дневной выставкой «Раритетные геодезические инструменты», которая была проведена осенью 2017 г. Так как выставка проходила на базе Штаб-квартиры Русского географического общества (РГО) в Санкт-Петербурге, этому предшествовала серьезная подготовительная работа длительностью несколько месяцев.



Рис. 2. Выставка «Раритетные геодезические инструменты» в РГО 2017 г.



Рис. 3. Выставка «Раритетные геодезические инструменты» в РГО в 2017 г.

Важно отметить, что основным требованием было то, что это мероприятие не должно носить коммерческий окрас. На выставке были представлены почти 200 музейных экспонатов коллекции ГСИ, которая насчитывает более 650 экземпляров приборов и инструментов (не считая печатные издания), и постоянно находится в Москве, в офисе компании. Музей собирался сотрудниками ГСИ на протяжении последних 20 лет: этим занимались люди неравнодушные к науке и своей профессии.



Рис. 4. Музей ООО «Геостройизыскания» в Москве

Экспозиция в РГО была сформирована из приборов и инструментов, отражающих основные этапы развития геодезического приборостроения 19–20 веков в России и мире. За 22 дня работы выставки раритетных геодезических приборов её посетило около 2000 человек. В среднем ежедневное количество посетителей составляло от 80 до 100 человек. «Книга отзывов», заполненная посетителями музейной экспозиции, свидетельствует об огромном интересе к проведенному в Русском Географическом Обществе мероприятию. Она насчитывает 127 положительных, а в отдельных случаях восторженных отзывов, отражающих и групповые впечатления, и мнения отдельных посетителей выставки.

Выставку посетили преподаватели, аспиранты и студенты 11 ВУЗов Санкт-Петербурга, преподаватели и студенты 8 учреждений среднего профессионального образования и учителя с учащимися двух школ. В рамках выставки были проведены лекции, рассказывающие об истории развития геодезического приборостроения, о современных геодезических технологиях. Примечательно, что лекции мог посетить любой желающий. В 2023 г. ГСИ выступило партнером экспозиции старинных и современных геодезических приборов на стенде Большого Росреестра в рамках масштабной международной выставки – форума «РОССИЯ».

На все мероприятия, проводимые с конца 90-х, обязательно приглашаются представители учебных заведений. Для будущих специалистов это возможность познакомиться не только с оборудованием и технологиями, но и нередко с будущими работодателями. За годы серьезной методической работы накоплен значительный объем созданного методического и вспомогательного материала, который в последние годы пополнился серией учебных фильмов и видеоинструкций. Все эти материалы передаются на электронных носителях преподавателям профильных кафедр и могут быть успешно использованы в учебном процессе. Материалы также включают исторические аспекты, т.е. отражают историю развития различных геодезических СИ, а также рекомендации по эксплуатации приборов, их техническому обслуживанию и метрологическому обеспечению.

В 2024 г. ГСИ отмечает тридцатилетний юбилей компании. Опыт, знания, доверие, накопленные за это время, позволяют компании уверенно смотреть вперед, вырабатывать новые методы взаимодействия с будущими и действующими специалистами отрасли.

Литература

Участие компании «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» в мероприятиях: от Китая до Новокузнецка // Геопрофи. – 2023. - № 3. – С. 32-35.

Участие сотрудников ГСИ в мероприятиях первого полугодия 2024 г. // Геопрофи. – 2024. - № 3. – С. 14-19.

Цифровая модель местности - основа обеспечения градостроительной деятельности

Хамидулин Е. В., Салдаева М. В.

Институт развития агломерации Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

Одной из приоритетных задач ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области» на сегодняшний день является создание цифровой модели местности агломерации [1]. ГИСОГД НО открывает нам такие возможности. Во исполнение п. 2 ст. 57 Градостроительного кодекса Российской Федерации [2] органы государственной власти, органы местного самоуправления, физические и юридические лица, обеспечившие выполнение инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, застройщик, лицо, получившее в соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации [3] разрешение на использование земель или земельного участка, находящихся в государственной или муниципальной собственности, для выполнения инженерных изысканий, обеспечившие выполнение инженерных изысканий для подготовки проектной документации объектов капитального строительства направляют в уполномоченный орган на размещение в ГИСОГД НО [2]. На территории Нижегородской области уполномоченным органом является ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области».

Своевременное направление результатов изысканий в ГИСОГД НО имеет ключевое значение для анализа текущего состояния территории, так как позволяет получать информацию о фактическом положении инженерных сетей на местности, что в свою очередь позволяет минимизировать градостроительные ошибки и обеспечить актуальными сведениями всех участников градостроительной деятельности. Аккумуляция результатов изысканий также связано с ведением раздела ГИСОГД НО «План наземных и подземных коммуникаций», который медленно, но верно наполняется по результатам изысканий. Благодаря наличию актуальной информации об объектах инженерной инфраструктуры, ГИСОГД НО является эффективным инструментом при принятии решений о перспективном развитии региона.

Для надлежащего оказания органами исполнительной власти Нижегородской области государственных услуг, таких как подготовка градостроительного плана земельного участка, подготовка схем расположения земельных участков по решениям инвестиционного совета, проработок физическими и юридическими лицами предпроектных решений при разработке проектов планировок и проектов межевания территории, подключения объектов капитального строительства к объектам инженерной инфраструктуры требуется сводная информация о местоположении сетей и других элементов инженерной инфраструктуры, точном местоположении объектов капитального строительства, временных сооружений, элементов благоустройства и положения рельефа.

Имеющиеся в распоряжении Правительства Нижегородской области ресурсы, содержащие информацию о результатах геодезических изысканий – фонд пространственных данных Нижегородской области (ФПД НО) и государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности Нижегородской области (ГИСОГД НО) не предполагают создание сводных топографических планов и по сути представляют собой электронный архив отчетов о результатах геодезических изысканий. Кроме того, указанные информационные ресурсы содержат далеко не все источники информации об инженерно-геодезических изысканиях.

Так, например, согласно ч. 2 ст. 10 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5] в региональные фонды пространственных данных включаются исключительно пространственные данные и материалы, полученные в результате выполнения геодезических и картографических работ, организованных органами государственной власти субъектов Российской Федерации или

подведомственными данным органам государственными учреждениями. На сегодняшний день объем сведений ФПД НО составляет 1,6 % от покрытия территории Нижегородской агломерации.

Результаты инженерных изысканий, размещаемые в ГИСОГД НО составляют 28,6 % от общего покрытия на территорию Нижегородской агломерации (рис. 1).

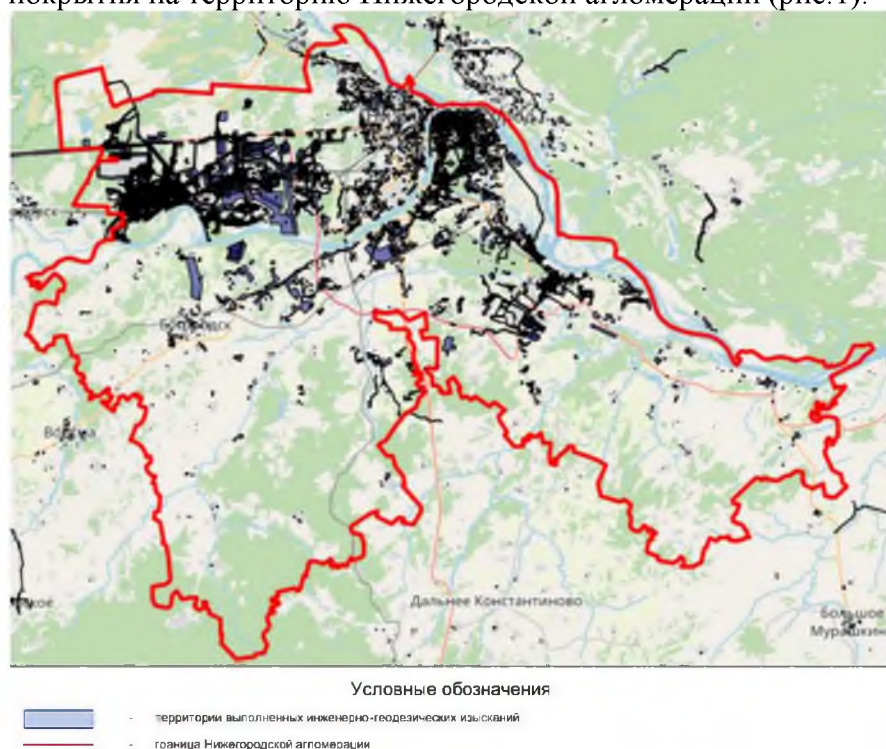


Рис. 1. Границы результатов инженерных изысканий на 2023 год

Направляемые технические отчеты не могут перекрыть потребность в подоснове, ФПД НО и ГИСОГД НО не могут дать полное представление о топографических данных на территорию Нижегородской агломерации и сформировать пригодный для работы информационный ресурс.

Учитывая изложенное выше, очевидна необходимость создания сводного информационного ресурса - единой электронной топографической основы Нижегородской агломерации (ЕЭТОНА), который объединил в себе информацию из ГИСОГД НО, ФПД НО, открытых источников, информацию о сетях и инженерных сооружениях, внесенных в ЕГРН, сведения об инженерных коммуникациях, размещаемых в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации [4], архивных данных: топографических планов, исполнительных съемок, отсканированных планшетов.

Одна из целей ЕЭТОНА – используя доступные источники данных получить сплошное топографическое покрытие на территорию Нижегородской агломерации.

Единый источник данных о топографической основе также позволяет решить проблему множества источников таких сведений, которые застройщик или проектировщик вынужден изучать для начала предпроектных проработок. Это могут быть информационные системы органов местного самоуправления агломерации, материалы архивных фондов, бумажные носители в шкафах исполнителей на местах.

Положительные эффекты от создания ЕЭТОНА.

Систематизация сведений о ранее выполненных геодезических изысканиях.

Освобождение органов местного самоуправления Нижегородской агломерации от необходимости вести архивы результатов изысканий.

Возможность не проводить геодезические изыскания при наличии результатов изысканий со сроком выполнения не более двух лет.

Возможность сразу начать предпроектные работы при разработке документации по планировке территории до начала изысканий. Как результат – сокращение времени разработки проектов.

Отражение фактического положения сетей на местности.

Отражение основных характеристик сетей – диаметр, материал, глубина залегания, тип прокладки трубы, напряжение, давление, количество труб.

Наличие информации о собственниках коммуникаций. Как результат – упрощение процессов согласования прохождения коммуникаций, земляных работ, процессов технологического присоединения.

Упрощение выполнения геодезических изысканий на изученной территории. Как результат – сокращение времени выполнения изысканий.

ЕЭТОНА незаменимый инструмент при комплексной оценке природных и техногенных условий территории, производстве инженерных изысканий, обосновании проектирования, эксплуатации и ликвидации объектов для принятия управленческих решений в части развития и благоустройства территории. На сегодняшний день по письменным обращениям граждан и организаций мы видим, что со стороны застройщиков, проектировщиков, изыскателей, органов власти есть существенный спрос на данный информационный ресурс.

ЕЭТОНА представляет собой совокупность преобразованных в цифровой растровый или векторный формат топографических планов масштаба 1:500 территорий, приведенных к системе координат ведения Единого государственного реестра недвижимости Нижегородской области.

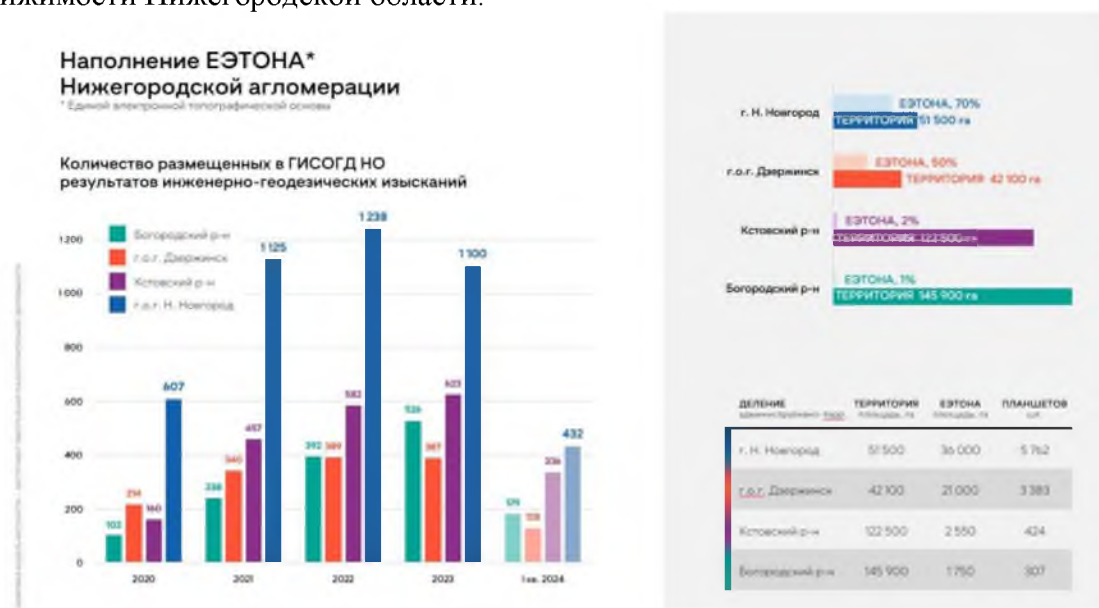


Рис.2. Наполнение ЕЭТОНА Нижегородской агломерации

Аккумуляция результатов изысканий также связано с ведением раздела ГИСОГДНО «План наземных и подземных коммуникаций», который медленно, но верно наполняется по результатам изысканий. Благодаря наличию актуальной информации об объектах инженерной инфраструктуры, ГИСОГДНО является эффективным инструментом при принятии решений о перспективном развитии региона.

Не менее важной задачей является автоматизация приёма результатов изысканий, размещаемых технических отчетов в ГИСОГДНО. Ежегодно количество направляемых результатов изысканий в ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области» возрастает. Так, например, количество направляемых изысканий в Учреждение в 2022 году, по сравнению с 2021 г. выросло на 15%.

Статистика по размещению результатов изысканий

Количество направляемых в Учреждение документов и материалов по инженерным изысканиям с каждым годом растет.

В 2021 ГОДУ
КОЛ-ВО НАПРАВЛЯЕМЫХ ОТЧЕТОВ ПО ИЗЫСКАНИЯМ
выросло на 120%

В 2022 ГОДУ
КОЛ-ВО НАПРАВЛЯЕМЫХ ОТЧЕТОВ ПО ИЗЫСКАНИЯМ
выросло на 15%

В 2023 ГОДУ
КОЛ-ВО НАПРАВЛЯЕМЫХ ОТЧЕТОВ ПО ИЗЫСКАНИЯМ
выросло на 32%

ЕЖЕНЕДЕЛЬНО ПРОВЕРЯЕМ
70 отчетов
на соответствие требованиям
технических регламентов

С ИНСТИТУТОМ СОТРУДНИЧАЕТ
148 организаций
направляющих на размещение технические отчеты
по результатам инженерных изысканий



Рис.3. Статистика по размещению результатов изысканий в ГИСОГДНО

В результате было принято решение о создании личного кабинета изыскателя и разработан онлайн-сервис, определяющий соответствие условных знаков, отображенных на топографическом плане, условным знакам, принятым на территории Нижегородской агломерации. Данная часть автоматизации процесса проверки результатов изысканий, на соответствие требований технических регламентов, позволяет упростить результат приёмки и размещения сведений в ГИСОГДНО.

Не менее важной приоритетной задачей на 2024 год является предоставление чертежей лицам, выполнившим исполнительные съемки в электронном виде с меткой о размещении в ГИСОГДНО. Данное электронное взаимодействие позволит пользователю упростить процесс онлайн-получения исполнительного чертежа с «водным знаком» о размещении в ГИСОГДНО.

Литература

1. Генин М. И., Хамидулин Е. В., Обносова М. В. Государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности Нижегородской области как инструмент развития территории Нижегородской области // Геофорум. Нижний Новгород : Материалы I Всероссийской научно-практической конференция с международным участием, Нижний Новгород, 25–27 апреля 2023 года. – Нижний Новгород: Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, 2023. – С. 131-133. – EDN: [EXTUEB](#)
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ
3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ
4. Федеральный Закон Российской Федерации от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

Геоинформационные системы и искусственный интеллект

Чечин А. В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

Введение

Сегодня геоинформационные системы (ГИС) используются в различных отраслях экономики, являясь неотъемлемой частью нашей жизни. Однако традиционные методы обработки и анализа геопространственных данных весьма трудоемки. Поэтому применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые возможности для повышения эффективности работы с геоданными и улучшения качества принимаемых решений.

Рассмотрим основные технологии искусственного интеллекта и возможности их использования в геоинформационных системах.

Искусственный интеллект

Искусственный интеллект (AI - artificial intelligence) представляет собой научное направление, занимающееся моделированием интеллектуальной деятельности человека с использованием вычислительных систем и других технологий. Интеллектуальные системы способны выполнять творческие задачи, которые раньше выполнял только человек. Это направление в информатике и информационных технологиях направлено на воссоздание разумных рассуждений и действий с помощью искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект позволяет извлекать уроки путем интерпретации внешних данных и использовать полученные знания.

Для определения возможности ИИ используется тест Тьюринга, в котором человек, взаимодействуя с одним человеком и одним компьютером, должен понять с кем он общается. При этом задача компьютерной программы заключается в том, чтобы ввести человека в заблуждение.

Выделим основные пути использования ИИ в геоинформационных системах:

- расширение функциональной полноты методов, технологий и программных средств ГИС;
- развитие новых методов, как базы для создания следующего поколения средств анализа геоданных в условиях возрастающего объема информации;
- создание новых моделей данных, информационных технологий и программных средств.

Экспертные системы

Первым коммерчески значимым продуктом в области ИИ стали экспертные системы - компьютерные системы, способные частично заменить специалистов-экспертов в решении проблемных ситуаций. Важной составляющей экспертной системы выступают базы знаний (совокупность фактов и правил логического вывода), которые моделируют поведение экспертов в определённой области знаний. Они используют процедуры логического вывода и принятия решений [1].

Экспертные системы используются для решения неформализованных задач, в которых отсутствует алгоритмическое решение (или его нельзя использовать из-за нехватки ресурсов) и присутствуют противоречивость и неоднозначность. Для работы с геопространственными данными выделяют геоситуационное направление, ориентированное на анализ структуры пространственных данных и типизацию геоситуаций. Сценарии экспертных систем позволяют выявить необходимый тип геоситуации без перебора данных и рекомендовать мероприятия.

Машинное обучение

Машинное обучение (machine learning) представляет собой класс методов ИИ, основанный на обучении и адаптации алгоритмов к решению задач на основе предоставленных данных. Оно позволяет ИИ учиться и действовать подобно человеку, постоянно совершенствуя свои навыки и способности на основе входных данных [2].

Машинное обучение применяется, например, при распознавании рукописных цифр (текста), или для выявления взаимосвязей внутри текстов. Причем обработка может вестись без указания, что значит каждый загружаемый элемент – система сама выделит похожие элементы и взаимосвязи между ними.

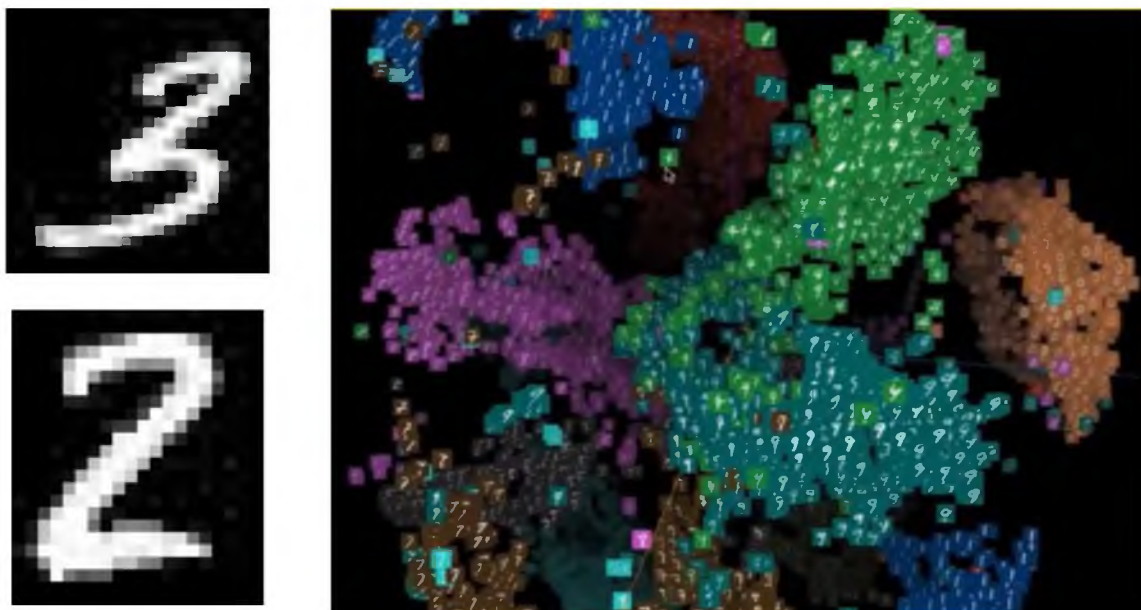


Рис. 1. Пример машинного обучения для распознавания цифр

В геоинформационных системах машинное обучение может использоваться, например, для получения оптимальной поверхности из набора точек с z-значениями методом кригинга.

Нейронные сети

Нейронные сети представляет собой технологию, основанную на принципах работы нервной системы живых организмов. Они состоят из связанных между собой искусственных нейронов, которые обрабатывают информацию и принимают решения. Нейросети используются в различных областях, например, в машинном обучении, распознавании образов, обработке сигналов и создании автономных систем.

Нейросети можно разделить на однослойные, многослойные и полносвязные [1]. Рассмотрим для примера многослойную сеть, которая включает несколько слоев нейронов: входной слой, один или несколько скрытых слоев, и выходной слой. Все нейроны ближайших двух слоев связаны между собой.

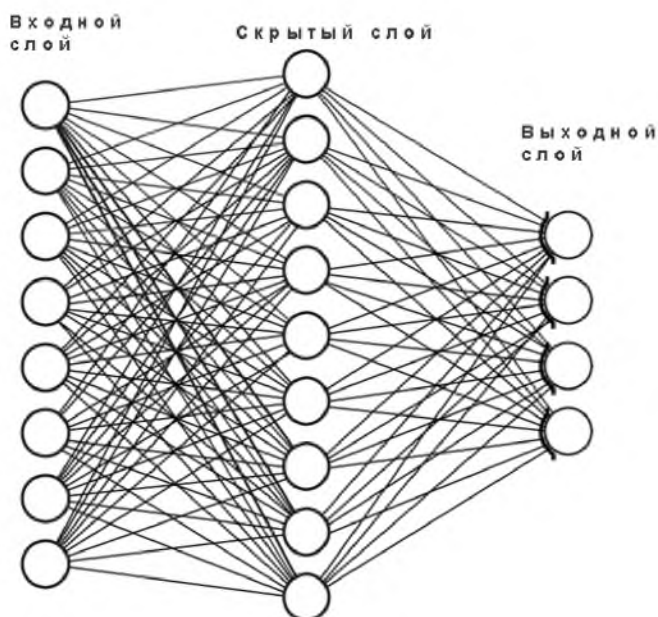


Рис. 2. Многослойная нейросеть

Для обработки снимка, на входной слой нейронов подается исходное изображение – цвета пикселей. Затем выполняется обработка на каждом этапе/слое, и на выходе нейронам присваиваются новые значения – формируется финальное изображение.

Нейросеть может использоваться с разными режимами обучения:

- с учителем, когда в обучающих данных помечены правильные ответы;
- без учителя, когда нейронная сеть сама находит сходства и закономерности;
- с подкреплением, когда используются механизмы наград и штрафов.

Ограничения исходных данных нейросетей хорошо иллюстрируют нейросети для создания изображений. При попытке получить изображение теодолита не удастся сгенерировать корректное изображение. А изображения котиков генерируются очень правдоподобно, в любых положениях и ракурсах.



Рис. 3. Котики vs Теодолиты

В последнее время широкое распространение получили нейросетевые чат-боты (чат GPT, чат с Алисой и др.). Чат-бот позволяет взаимодействовать в диалоговом режиме, выдавая развернутые ответы с применением искусственного интеллекта. Чат-бот работает как поисковая система, предоставляя точный ответ почти на любой запрос. Возможна работа с использованием разных языков (английский, немецкий и др.) [3].

Рассмотрим ряд способов применения чата ИИ для задач геоинформационных систем:

- поиск наборов геоданных для работы;
- выбор программы для работы с геопространственными данными;
- вопросы по использованию определенного инструмента в ГИС-приложениях;
- написание SQL-запросов;
- написание кода обработки геоданных на языке программирования (python, R и др.).

Алиса

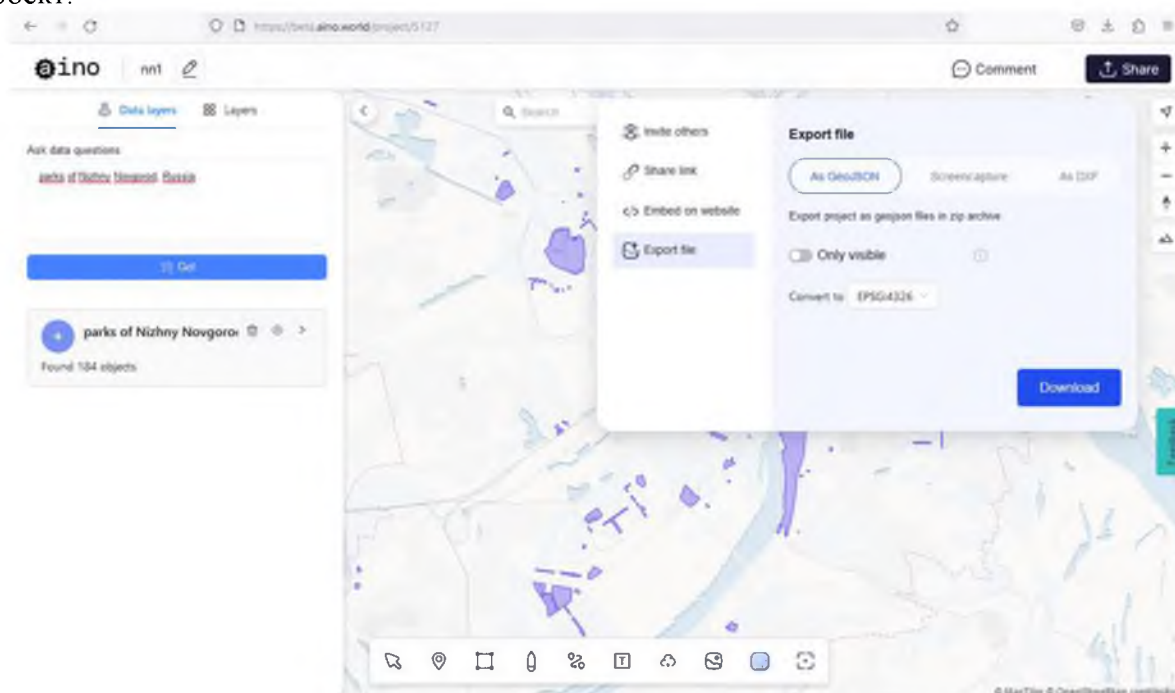
напиши SQL запрос выбора городов по количеству жителей

Вот пример SQL запроса для выбора городов с населением более 1 миллиона человек:

```
SELECT Название, Население
FROM Города
WHERE Население > 1000000;
```

Рис. 4. Пример генерации SQL-запроса через Чат-бот

Современные геоинформационные системы могут включать модули с искусственным интеллектом. Например, модуль AINO, позволяющий формировать запрос с использованием ИИ к данным OpenStreetMap на основе обычного текста. В результате можно получить векторный слой с данными для загрузки в свой геоинформационный проект.



Пример запроса выбора парков Нижнего Новгорода

Выводы

Рассмотрены основные технологии искусственного интеллекта и возможности их применения в геоинформационных системах. Использование ИИ в ГИС является перспективным направлением повышения эффективности информационных технологий, открывающем новые горизонты для обработки и анализа геопространственных данных.

Литература

1. Основы геоинформатики : учеб. пособие для студентов вузов / Е. Г. Карплов, А. В. Кошкарёв, В. С. Тикунов. Кн.2 / под ред. В. С. Тикунова. – Москва. : Изд. Центр «Академия», 2004. – 480 с.
2. Что такое машинное обучение и как оно работает. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60c85c599a7947f5776ad409> (дата обращения: 15.04.2024).
3. Как искусственный интеллект может помочь начинающему ГИС-специалисту? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cartetika.ru/tpost/y426h937k1-kak-iskusstvennii-intellekt-mozhet-pomoc> (дата обращения: 15.04.2024).

Секция 1. Геодезические и картографические работы при создании и обновлении геопространственных данных: государственных топографических карт, крупномасштабной картографической основы

Нормативное регулирование применения ГНСС в сфере геодезического обеспечения Российской Федерации

Побединский Г. Г., Волков А. С., Бесчастнов В. П.

Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, Москва, Россия

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

Основы нормативно-технического регулирования использования глобальных навигационных спутниковых систем в сфере геодезии были заложены в рамках Концепции «Перехода топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений» [10]. Впервые было введено понятие спутниковых геодезических сетей, сформулирована основная задача Концепции: «На основе использования стандартной на данное время измерительной аппаратуры обеспечить наиболее рациональное и эффективное в существующих условиях практическое определение координат (и высот) пунктов земной поверхности на всей территории страны с точностями, требуемыми для решения возможно более широкого круга научно-технических и производственных задач». Концепцией были определены организационно-технические требования, такие, как:

- обеспечение согласованного перехода на новые технологии как картографо-геодезической отрасли, так и смежных отраслей-потребителей геодезических данных;
- рациональное и согласованное использование всех имеющихся ресурсов и возможностей развития спутниковых методов, независимо от ведомственной принадлежности;
- возможно более быстрое включение спутниковой аппаратуры в проводящиеся геодезические работы;
- необходимость развития отечественной навигационно-геодезической системы ГЛОНАСС и отечественного геодезического спутникового приборостроения.

Под геодезическим обеспечением традиционно понималось выполнение специальных (прикладных) геодезических работ. Традиционными направлениями прикладной (инженерной) геодезии были:

- геодезическое обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений (включая мосты, тоннели, башенные сооружения и т. д.);
- геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ, межевания земель;
- геодезическое обеспечение строительно-монтажных работ;
- геодезическое обеспечение геологоразведочных работ и ряд других.

Стандартом отрасли «Виды и процессы геодезической и картографической производственной деятельности. Термины и определения» [5] было установлено, что термин «Геодезическое обеспечение» это производственный процесс, заключающийся в создании геодезических информационных ресурсов для проведения специальных геодезических работ.

Концепция геодезического обеспечения, как системы обеспечения отдельных видов деятельности и отраслей экономики, таких, как транспорт, кадастровые работы, мониторинг земель, устойчивое развитие территорий, экологические задачи, мониторинг опасных процессов и явлений, и др. имеет поддержку и в настоящее время [15]. Эта позиция близка к понятиям геоинформатики, обеспечению геопространственными данными, решению управленческих задач с применением геоинформационных

технологий, и выходит за рамки системы геодезического обеспечения. Она подвергалась достаточно серьезной критике [3].

Такому понятию геодезического обеспечения противопоставлено принципиально иное понимание системы геодезического обеспечения. Понятие «Система геодезического обеспечения» эволюционировало с развитием геодезии, как и любого направления научной и практической человеческой деятельности, под влиянием двух основных факторов: востребованностью в обществе на данном этапе развития экономики и уровнем технических средств для реализации этой деятельности. Эволюция понятия «Система геодезического обеспечения» от основной задачи Концепции перехода топографо-геодезического производства на автономные спутниковые методы координатных определений [10, 17] «На основе использования стандартной на данное время измерительной аппаратуры обеспечить наиболее рациональное и эффективное в существующих условиях практическое определение координат (и высот) пунктов земной поверхности на всей территории страны с точностями, требуемыми для решения возможно более широкого круга научно-технических и производственных задач». До определения этого понятия в работах «Развитие системы геодезического обеспечения в современных условиях» [2], «ГЛОНАСС и геодезия» [6], «Эволюция системы государственного геодезического обеспечения территории России» [48], «Основные направления формирования единой системы геодезического обеспечения Российской Федерации» [7], «Системы координат глобальные, континентальные, региональные, национальные: состояние, проблемы, перспективы» [21], «О перспективах геодезического обеспечения Российской Федерации» [13], «Модернизация системы геодезического обеспечения России: приоритеты, проблемы, решения» [12].

В работе «Концепция современного развития системы нормальных высот» [8] приведена структура системы геодезического обеспечения на основе применения традиционных методов геодезических измерений и впервые сформулирована новая структура системы геодезического обеспечения на основе одной системы фундаментальных параметров.

По утверждению автора, выдающегося ученого-геодезиста Г. В. Демьянова: «В новой системе геодезического обеспечения высоты квазигеоида являются необходимым элементом функционирования всей системы геодезического обеспечения на новом уровне точности в пространственной геоцентрической системе координат. Высоты квазигеоида располагаются в общей иерархии геодезического обеспечения сразу после спутниковых геодезических сетей. Пункты ФАГС и ВГС являются основой для согласования детальных карт высот квазигеоида, полученных по гравиметрическим данным со спутниковыми и нивелирными данными. В свою очередь, значения высот квазигеоида с этих карт необходимы для вычисления геодезических высот в пунктах ГГС и ГВО и реперах нивелирных сетей. Следует выделить также важность значения точных карт высот квазигеоида для выполнения массовых геодезических работ с применением GPS/ГЛОНАСС-аппаратуры при развитии съемочного обоснования и выполнении непосредственно самих детальных съемок, включая детальные гравиметрические съемки. Это означает, что для регионов, где развиты сети ВГС и тем более СГС-1 (т.е. в тех регионах, где выполнено согласование детальных карт высот квазигеоида с системой нормальных высот), использование GPS/ГЛОНАСС-аппаратуры в принципе позволит производить массовые съемочные работы со ср. кв. ошибкой определения нормальной высоты порядка 10-15 см.» [8].

При развитии системы геодезического обеспечения традиционными методами геодезических измерений (до широкого применения спутниковых технологий) координатное, высотное и гравиметрическое обеспечение развивались достаточно обособленно друг от друга. Это было связано с тем, что существовавшие тогда методы и средства геодезических измерений в целях развития планового, высотного и гравиметрического обеспечения обуславливали необходимость развития плановых,

нивелирных и гравиметрических сетей в различных местах расположения геодезических пунктов и при различных конструкциях самих геодезических пунктов. Сети триангуляции и полигонометрии, как плановое обоснование, строились в виде правильных геометрических фигур и в местах, обеспечивающих прямую видимость между смежными пунктами. Нивелирные сети, как высотное обоснование, в основном развивались в виде нивелирных линий вдоль транспортных магистралей. Высокоточные гравиметрические сети, как основа построения гравиметрических карт, создавались, как правило, в непосредственной близости к населённым пунктам.

Современные спутниковые технологии геодезических измерений обеспечивают возможность объединения геодезических опорных сетей в единую совокупность геодезических пунктов, обеспечивающих развитие и взаимосвязь всех трёх составляющих общей системы геодезического обеспечения, как единой геодезической категории [37, 38].

Одними из первых общегосударственных программ системы государственного геодезического обеспечения были разработанные Ф. Н. Красовским Схема и программа государственной триангуляции [9, 11]. Стройная система полигонов была предложена И. И. Померанцевым, но Ф. Н. Красовский уточнил её, существенно уменьшил стороны полигонов, чтобы триангуляция могла обеспечить точность, необходимую для составления государственной карты в масштабе 1:100 000. Для научного обеспечения работ по созданию государственной геодезической сети по инициативе Ф. Н. Красовского постановлением Совета труда и обороны от 24 октября 1928 г. был образован Государственный институт геодезии и картографии. В 1933 году институт получил название Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэрофотосъёмки и картографии (ЦНИИГАиК), а в 1978 году постановлением Совета Министров РСФСР [25] ЦНИИГАиК было присвоено «имя члена-корреспондента Академии наук СССР, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Феодосия Николаевича Красовского» - первого директора института. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 20 октября 1978 г. институт «за заслуги в развитии геодезической науки и успехи в разработке методов и средств топографо-геодезических и картографических работ» награждён орденом «Знак Почета» [4, 41].

В дальнейшем ЦНИИГАиК регулярно разрабатывал стратегические нормативные документы системы геодезического обеспечения страны, включающей координатное, высотное и гравиметрическое обеспечение. К таким документам относятся Основные положения о государственной геодезической сети [18], Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов, Программы модернизации главной высотной основы страны (ГВО) [1], «Концепция перехода топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений» [10, 17] и ряд других. На рубеже XX и XXI веков с началом применения спутниковых геодезических технологий появилась возможность объединения геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей в единую совокупность геодезических пунктов, обеспечивающих развитие и взаимосвязь всех трёх составляющих общей системы геодезического обеспечения, как единой геодезической категории [2, 8, 37, 38].

Для разработки концепции и программы создания системы геодезического обеспечения страны необходимо было выполнить ряд фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ по координатно-временному обеспечению глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для их геодезического применения, разработки принципов развития системы нормальных высот, построению планетарных и детальных моделей гравитационного поля Земли и ряд других. Эти работы до 2009 г. выполнялись в рамках бюджетного финансирования Федеральной службой геодезии и картографии, затем Федеральным агентством геодезии и картографии по бюджетной статье «Геодезия и картография», а также в рамках федеральной целевой программы ГЛОНАСС [42, 44] и целевой программе ведомства (ЦПВ) «Топографо-геодезическое обеспечение Российской Федерации на 2007 - 2009 годы» [47]. После завершения в 2009 г.

ЦПВ «Топографо-геодезическое обеспечение Российской Федерации на 2007 - 2009 годы» и в 2011 г. ФЦП «Глобальная навигационная система», финансирование фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ резко сократилось. Не спасла ситуацию даже федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 - 2020 годы» [43].

Возобновление государственного финансирования фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ было возобновлено только в 2020-х годах путем открытия НИР и ОКР по модернизации геодинимических полигонов (ОКР «Полигон-2030»), развитию государственных геодезической, нивелирной и гравиметрической сетей (ОКР «Геокарта-2030», ОКР «Гравика-2030»), исследованию возможностей реализации квантовых футштоков (НИР «Геотех-2030») [13].

Система геодезического обеспечения в современном понимании - это совокупность правовых, организационных, научно-технических и производственных мероприятий, основной целью которых является выполнение требований экономики, науки, обороны и безопасности к точности и оперативности определения местоположения точек на поверхности Земли; а так же в подповерхностном слое Земли, приповерхностном слое атмосферы Земли и околоземном пространстве в единой системе координат, высот и параметров внешнего гравитационного поля Земли. В соответствии с этими требованиями строятся структура и порядок функционирования системы, определяется состав технических средств и методов. Естественно, что по мере развития технических средств, геодезической науки и изменений требований к точности и оперативности координатных определений должна претерпевать изменения и сама структура системы геодезического обеспечения [20, 21].

В процесс построения современной системы геодезического обеспечения должны быть заложены следующие основные принципы.

Во-первых, при создании системы геодезического обеспечения, должен быть использован весь потенциал современных средств измерений – спутниковых и наземных геодезических, нивелирных, гравиметрических и астрономических, основанных на разных физических принципах.

Во-вторых, созданная система геодезического обеспечения должна быть в максимальной степени ориентирована на эффективное применение современных ГНСС, и прежде всего ГНСС ГЛОНАСС.

В-третьих, созданная система геодезического обеспечения должна быть максимально ориентирована на использование современных информационно-телекоммуникационных технологий.

В-четвертых, созданная система геодезического обеспечения должна быть обеспечена резервным (дублирующим) контуром обеспечения потребителей геодезическими данными.

Предложения о разработке и обоснованию Концепции и Программы создания сетевой информационно-технологической системы геодезического обеспечения Российской Федерации, реализующей вышеуказанные основные принципы, были высказаны в докладе «Переход топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений. К 20-летию Концепции» в 2015 году, на 11-й Международной научно-практической конференции «Геопространственные технологии и сферы их применения» [17], в докладе «О создании сетевой информационно-технологической инфраструктуры геодезического обеспечения Российской Федерации» на XII Международном научном конгрессе «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016» [14], в докладе «Основные направления формирования единой системы геодезического обеспечения Российской Федерации» на 19 Международном научно-промышленном форуме «Великие реки'2017» [7]. Общая предварительная структура сетевой информационно-технологической системы геодезического обеспечения Российской Федерации была представлена на конференциях 2016-2017 гг. и опубликована

в их материалах [7, 14]. Отдельные элементы этой структуры уже функционируют на сайте Центра точных эфемерид Росреестра (RGS Centre) [36].

Геодезическая система координат является главной составной частью системы геодезического обеспечения. Точность реализации любой геодезической системы координат определяется точностью координат пунктов геодезической сети, использованных при выводе параметров этой системы. Эффективность применения любой геодезической системы координат зависит от количества пунктов геодезической сети, практически реализующих эту систему и их доступности для использования потребителем, а также от стабильности координат ее пунктов во времени.

Таким образом, в системе геодезического, картографического и навигационного обеспечения геодезические сети выполняют две равно важные функции. С одной стороны они являются поставщиком информации для вывода параметров геодезической системы координат, а с другой стороны – доступной потребителям практической реализацией этой системы.

В настоящее время правовое и техническое регулирование использования ГНСС в сфере геодезического обеспечения Российской Федерации осуществляется следующими уровнями нормативных правовых актов и нормативно-технических документов:

- федеральные законы и акты Президента Российской Федерации;
- постановления и распоряжения Правительства Российской Федерации;
- нормативные акты федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации;
- нормативные акты субъектов Российской Федерации;
- межгосударственные и национальные стандарты (ГОСТ, ГОСТ Р);
- стандарты организаций (СТО).

Примером нормативного акта Президента Российской Федерации в части правового регулирования использования ГНСС для геодезического обеспечения является Распоряжение Президента Российской Федерации «О глобальной навигационной спутниковой системе «Глонасс» [34], согласно которому ГНСС ГЛОНАСС была отнесена к космической технике двойного назначения, применяемой в научных, социально-экономических целях, в интересах обороны и безопасности Российской Федерации, а генеральным заказчиком системы ГЛОНАСС наряду с Минобороны России определено Российское космическое агентство.

Другим примером нормативного акта является Указ Президента Российской Федерации «Об использовании глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации» [40]. Указом установлено, что доступ к гражданским навигационным сигналам ГНСС ГЛОНАСС предоставляется российским и иностранным потребителям на безвозмездной основе и без ограничений и рекомендовано органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления муниципальных образований и организациям независимо от их организационно-правовой формы применять аппаратуру спутниковой навигации, функционирующую с использованием сигналов системы ГЛОНАСС.

Одним из основных регулирующих документов является Федеральный закон «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [45]. В законе даны определения геодезическим пунктам, которые определены, как инженерные конструкции, закрепляющие точки земной поверхности с определенными координатами. Дано определение дифференциальной геодезической станции, как электронного устройства, размещенного на точке земной поверхности с определенными координатами, выполняющее прием и обработку сигналов спутниковых навигационных систем и обеспечивающее передачу информации, необходимой для повышения точности определения координат в результате выполнения геодезических работ с использованием

спутниковых навигационных систем. Дано определение геодезической сети, как совокупности пунктов, используемых в целях установления и (или) распространения систем координат.

В соответствии с законом геодезические работы по определению координат точек земной поверхности, изменений во времени указанных координат, а также по созданию, модернизации и (или) обследованию геодезических сетей (в том числе геодезических сетей специального назначения), относятся к геодезической деятельности. Раскрытие этих понятий произведено в таких статьях Федерального закона, как Статья 8 «Государственная геодезическая сеть, государственная нивелирная сеть и государственная гравиметрическая сеть», Статья 9 «Геодезические сети специального назначения», в которой также рассмотрены сети дифференциальных геодезических станций.

Предложения о совершенствовании данного федерального закона поступают достаточно часто [16, 19]. В настоящее время известны восемь редакций федерального закона, редакция № 7 вступила в силу с 1.01.2024, а редакция № 8 – с 1.04.2024.

Последние редакции уточнили понятийный аппарат федерального закона, частично решили некоторые из выявленные проблем геопространственного обеспечения территории России, в том числе вместо пассивного режима мониторинга состояния государственных геодезических сетей (фактически наблюдения за их разрушением) вводится активная норма развития и поддержания в надлежащем состоянии указанных сетей

К сожалению, пунктом 5 статьи 32 «Порядок вступления в силу настоящего Федерального закона) было установлено, с 1 января 2018 г. признаны утратившими силу принятые до 1 января 2017 г. нормативные акты органов государственной власти СССР, РСФСР и Российской Федерации, регулирующие отношения в сфере геодезии и картографии. В части создания, реконструкции и развития геодезических сетей на территории России утратили силу такие достаточно важные нормативные документы, как: «Правила закрепления центров на пунктах спутниковой геодезической сети» [26], «Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS» [35] и ряд других.

В качестве примеров современных нормативных актов Правительства Российской Федерации, регулирующих вопросы использования ГНСС в сфере геодезического обеспечения Российской Федерации можно привести следующие постановления и распоряжения:

- Об утверждении Положения о полномочиях Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» и федеральных органов исполнительной власти по поддержанию, развитию и использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах обеспечения обороны и безопасности государства, социально-экономического развития Российской Федерации и расширения международного сотрудничества, а также в научных целях» (с изменениями и дополнениями) [24];

- Федеральный проект «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС» государственной программы Российской Федерации «Космическая деятельность России» [46];

- Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы [22].

В качестве примеров нормативных актов федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации, регулирующих вопросы использования ГНСС можно привести:

- приказ Минэкономразвития «Об утверждении Порядка предоставления физическим и юридическим лицам информации дифференциальных станций» [27];

- приказ Росреестра «Об установлении требований к программным и техническим средствам, используемым при создании сетей дифференциальных геодезических станций» [31];

- приказ Росреестра «Об обеспечении функционирования Федеральной сети геодезических станций (ФСГС)» [29];

- приказ Росреестра «Об установлении требований к созданию, эксплуатации, функционированию и развитию федеральной сети геодезических станций, содержащих в том числе требования к дифференциальным геодезическим станциям, включаемым в федеральную сеть геодезических станций, порядка включения дифференциальных геодезических станций в федеральную сеть геодезических станций и их исключения из такой сети, требований к созданию, эксплуатации, функционированию государственной информационной системы федеральной сети геодезических станций, состава сведений, содержащихся в государственной информационной системе федеральной сети геодезических станций, а также порядка сбора, хранения, обработки измерительной информации и предоставления сведений о дифференциальных геодезических станциях, включенных в федеральную сеть геодезических станций» [33].

Вся практическая деятельность по разработке стандартов в сфере геодезического обеспечения Российской Федерации осуществляется через технические комитеты по стандартизации. В области геодезии, картографии и пространственных данных в настоящее время техническим комитетом ТК 404 «Геодезия и картография», а также подкомитетом ПК 7 «Радионавигационные средства для геодезических, гидрографических и землеустроительных работ» технического комитета ТК 363 «Радионавигация». В рамках деятельности этих технических комитетов были разработаны и утверждены Росстандартом национальные стандарты Российской Федерации в сфере геодезического обеспечения Российской Федерации. Основные стандарты приведены в таблице.

Обозначение ГОСТ	Название	Обозначение ГОСТ	Название
ГОСТ 22268-76	Геодезия. Термины и определения	ГОСТ Р 56537-2015	ГЛОНАСС. Сети геодезические спутниковые. Классификация
ГОСТ 32453-2017	ГЛОНАСС. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек	ГОСТ Р 57370-2016	ГЛОНАСС. Геодезическая аппаратура потребителей. Общие требования и методы испытаний
ГОСТ Р 52928-2010	Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения	ГОСТ Р 57371-2016	ГЛОНАСС. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Оценка точности определения местоположения. Основные положения
ГОСТ Р 53372-2016	ГЛОНАСС. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Пункты высокоточной геодезической сети (ВГС). Технические условия	ГОСТ Р 57372-2016	ГЛОНАСС. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Пункты высокоточной геодезической сети (ВГС). Технические условия
ГОСТ Р 53373-2016	ГЛОНАСС. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Пункты спутниковой геодезической сети I класса (СГС-1). Технические условия	ГОСТ Р 57373-2016	ГЛОНАСС. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Пункты спутниковой геодезической сети I класса (СГС-1). Технические условия
ГОСТ Р 53864-2010	ГЛОНАСС. Сети геодезические спутниковые. Термины и определения	ГОСТ Р 57374-2016	ГЛОНАСС. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Пункты фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС).

			Технические условия
ГОСТ Р 55024-2012	Сети геодезические. Классификация. Общие технические требования	ГОСТ Р 59491-2021	Пункты фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС). Паспорт пункта
ГОСТ Р 56408-2015	ГЛОНАСС. Сети геодезические спутниковые. Общие требования	ГОСТ Р 70172-2022	Геодезия и картография. Требования к техническому контролю геодезической и картографической продукции и процессов ее создания. Основные положения

Часть стандартов для решения вопросов технического регулирования в сфере геодезического обеспечения Российской Федерации были разработаны как стандарты организации АО «Роскартография»:

- СТО Роскартография 3.3-2020. Геодезическая, топографическая и картографическая продукция. Процессы и методы спутниковых определений при выполнении геодезических работ в ГСК-2011. Основные требования;

- СТО Роскартография 3.5-2020. Геодезическая, топографическая и картографическая продукция. Методы преобразования координат и высот при спутниковых определениях.

Можно сделать вывод, что система нормативного и технического регулирования геодезической деятельности с использованием ГНСС в целом сформирована, но она продолжает развиваться. Одной из проблем развития является своевременное информирование исполнителей работ о вступлении в силу новых нормативных и технических документов. В качестве примера ситуации с неожиданными изменениями нормативных документов можно привести «Порядок (правила) установления местных систем координат».

Правила установления местных систем координат впервые были утверждены постановлением Правительства Российской Федерации в 2007 г. В Правилах было дано определение термина «местная система координат» и сформулированы требования к образованию местных систем координат. В 2014 году в Правилах были внесены изменения, а в 2017 году они были отменены [23]. Утвержденный приказом Минэкономразвития России «Порядок установления местных систем координат» 2017 г. уже не содержал точного определения понятия «местная система координат», хотя практически дублировал описание всех характерных особенностей местных систем координат. Этот нормативный документ отменен постановлением Правительства Российской Федерации в 2021 году [28]. В настоящее время порядок установления местных систем координат регламентируется приказом Росреестра «Об утверждении Порядка установления местных систем координат» 2020 г. Новый порядок во многом дублирует приказ Минэкономразвития России, но в 2022 году в него уже были внесены изменения [32]. Таким образом, за 17 лет порядок (правила) установления местных систем координат изменялся 5 раз.

Другим примером ситуации с неожиданными изменениями нормативных документов является стандарт «Методы преобразований координат определяемых точек».

В 2001 году постановлением Госстандарта России был впервые принят и введен в действие ГОСТ Р 51794-2001 «Аппаратура радионавигационная глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек». В 2008 году стандарт был переработан и утвержден под названием ГОСТ Р 51794-2008 «Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек». В 2013 году Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации был принят ГОСТ 32453-2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек, подготовленный на основе применения ГОСТ Р 51794-

2008. В 2017 году Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации был принят действующий в настоящее время ГОСТ Р 32453-2017 «Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек. Таким образом, за 24 года стандарт на методы преобразований координат определяемых точек изменялся 4 раза.

Можно привести еще много аналогичных примеров, но некоторые вопросы, такие как конструкция центров геодезических пунктов спутниковых геодезических сетей, приведены только в Правилах закрепления центров на пунктах спутниковой геодезической сети [26], которые прекратили действие с 1 января 2018 г. Приказ Росреестра от 19 сентября 2022 г. № П/0344 «Об установлении структуры государственной геодезической сети и требований к созданию государственной геодезической сети, включая требования к геодезическим пунктам» [30] содержит только общие требования и не рассматривает конструкции пунктов.

Решение проблемы доступа к действующим, а не отмененным нормативным документам, а также доступа к нормативным документам отмененным, но не имеющим полноценной замены может быть представляется в форме создания базы нормативных правовых актов (НПА) и нормативно-технических документов (НТД), в сфере геодезического обеспечения Российской Федерации. Работы по созданию такой базы данных начаты на кафедре геоинформатики, геодезии и кадастра Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета.

Литература

1. Басманов А. В. История создания и развития нивелирной сети России / Физическая геодезия. Научно-технический сборник ЦНИИГАиК. – Москва. - Научный мир. - 2013. - с.151-163.
2. Бородко А. В., Макаренко Н. Л., Демьянов Г. В. Развитие системы геодезического обеспечения в современных условиях // Геодезия и картография. - 2003. - № 10. - с. 7-13.
3. Бровар Б. В., Кафтан В. И., Нейман Ю. М. Проблемы науки и образования в геодезии // Науки о Земле. – 2022. - № 1. – с. 73-80. - EDN: [CGWVON](#)
4. Вручение награды институту. Геодезия и картография. – 1979. - № 1. - с. 5-6.
5. Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, геоинформационные системы, пространственные данные. Справочник стандартных (нормативных) терминов / И. Г. Журкин, А. П. Карпик, В. Б. Непоклонов [и др.] ; Под общей редакцией В. Г. Плешкова, Г. Г. Побединского. – Издание 2-е, переработанное и дополненное. – Москва : Издательство Проспект, 2015. – 672 с. – ISBN 978-5-98597-312-9. - EDN: [XWHNMH](#)
6. ГЛОНАСС и геодезия / А. Е. Алтынов, А. А. Басманов, Н. А. Бовшин [и др.] ; Под общей редакцией Г. В. Демьянова, Н. Г. Назаровой, В. Б. Непоклонова, Г. Г. Побединского, Л. И. Яблонского. - Москва. - Центр геодезии, картографии и ИПД. - 2016. – 272 с. – ISBN 978-5-903547-19-7. – EDN [WVTRVT](#)
7. Горобец В. П., Побединский Г. Г., Столяров И. А. Основные направления формирования единой системы геодезического обеспечения Российской Федерации // Великие реки'2017: Труды научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума: в 3 томах. Том 1. Нижний Новгород, 16–19 мая 2017 г. – Нижний Новгород. – ННГАСУ. - 2017. – с. 338-357. – EDN: [ZREXVJ](#)
8. Демьянов Г. В. Концепция современного развития системы нормальных высот // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2003. - № 3. - с. 3-20. - EDN: [VKABON](#)
9. Кашин Л. А. Построение классической астрономо-геодезической сети России и СССР (1816–1991 гг.). Научно-технический и исторический обзор. – Москва. - Картгеоцентр-Геодезиздат. - 1999. - 192 с.

10. Концепция перехода топографо-геодезического производства на автономные спутниковые методы координатных определений. – Москва. – ЦНИИГАиК. - 1995. – 24 с.
11. Красовский Ф. Н. Схема и программа государственной триангуляции // Избранные сочинения. Т. 2. 1928 С. 39–69.
12. Мазурова Е. М. Модернизация системы геодезического обеспечения России: приоритеты, проблемы, решения // Материалы 2-й Совместной Международной научно-технической конференции «Цифровая реальность: космические и пространственные данные, технологии обработки», Санкт-Петербург, 12-15 сентября 2022 г. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://conf.racurs.ru/conf2022/programma/speakers.php>
13. Мазурова Е. М., Столяров И. А. О перспективах геодезического обеспечения Российской Федерации // Материалы XVIII Международной выставки и научного конгресса «Интерэкспо Гео-Сибирь 2022», Новосибирск, 18–20 мая 2022 г. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://sgugit.ru/geosibir/congress/itogi-kongressa/>
14. О создании сетевой информационно-технологической инфраструктуры геодезического обеспечения Российской Федерации / А. В. Басманов, В. П. Горобец, В. И. Забнев, В. И. Зубинский, И. А. Ощепков, Г. Г. Побединский, Р. А. Сермягин, И. А. Столяров // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. - 2016. - № S. - с. 90-106. - EDN: [VXKOZJ](#)
15. Ознамец В. В. Геодезическое обеспечение. – Москва. - МАКС Пресс. - 2020. – 232 с. – ISBN 978-5-317-06307-8. – EDN: [ECFAOR](#)
16. Осуществление геодезической и картографической деятельности (в части действия Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», нормативных правовых актов Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти). Мониторинг правоприменения / М. К. Тарзьян, С. Н. Максимов, Е. А. Паниди, Т. А. Алиев, В. В. Засядь-Волк, А. В. Шепелева, Н. А. Позднякова, Т. А. Заболотская. – Санкт-Петербург. – Санкт-Петербургский государственный университет. – 2022. - 42 с. [Электронный ресурс]. – Доступ: https://pravoprim.spbu.ru/images/Осуществление_геодезической_и_картографической_деятельности.pdf
17. Переход топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений. К 20-летию Концепции / А. В. Басманов, В. П. Горобец, В. И. Забнев, В. И. Зубинский, С. А. Лазарев, Н. Л. Макаренко, Г. Г. Побединский, Р. А. Сермягин, И. А. Столяров // Геодезия и картография. - 2015. - № S15-1. – С. 12-25. DOI: [10.22389/0016-7126-2015-12-25](https://doi.org/10.22389/0016-7126-2015-12-25). - EDN: [VTZWZH](#)
18. Побединский Г. Г. Леонид Андреевич Кашин и нормативно-техническое регулирование в сфере геодезии и картографии // Опубликовано: 6 августа 2020 г. [Электронный ресурс]. – Доступ: https://geodesy-ngc.gcras.ru/images/Links/Леонид_Андреевич_Кашин.pdf. - EDN: [KBPLTS](#)
19. Побединский Г. Г. Ликвидация геодезической и картографической службы страны через призму времени // Вестник СГУГиТ. - 2022. – Том 27. - № 4 (274). - С. 16-30. DOI [10.33764/2411-1759-2022-27-4-16-30](https://doi.org/10.33764/2411-1759-2022-27-4-16-30). - EDN: [KFOUZG](#)
20. Побединский Г. Г. Системы координат в геодезии и их связи : учебное пособие. – Нижний Новгород. – ННГАСУ. - 2023. – 144 с. : ил.
21. Побединский Г. Г., Кафтан В. И. Системы координат глобальные, континентальные, региональные, национальные: состояние, проблемы, перспективы // Науки о Земле. – 2020. - № 3. – с. 4-59. - EDN [EDYLIZ](#). <http://geo-science.ru>
22. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2016 г. № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы»
23. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 марта 2007 г. № 139 «Об утверждении Правил установления местных систем координат» (с изменениями,

внесенными постановлением Правительства Российской Федерации от 27 августа 2014 г. № 861). Отменено постановлением Правительства Российской Федерации от 4 октября 2017 г. № 1209.

24. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2008 г. № 323 «Об утверждении Положения о полномочиях федеральных органов исполнительной власти по поддержанию, развитию и использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах обеспечения обороны и безопасности государства, социально-экономического развития Российской Федерации и расширения международного сотрудничества, а также в научных целях»

25. Постановление Совета Министров РСФСР от 30 августа 1978 г. № 490 «О присвоении ЦНИИГАиК имени выдающегося ученого-геодезиста Ф. Н. Красовского». (Геодезия и картография, 1978, № 11, с. 5.)

26. Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети. Утверждены приказом Федеральной службы геодезии и картографии России от 7 мая 2001 г. № 104-пр. - Москва. – ЦНИИГАиК. - 2001. - 52 с.

27. Приказ Минэкономразвития от 29.03.2017 №148 «Об утверждении Порядка предоставления физическим и юридическим лицам информации дифференциальных станций»

28. Приказ Минэкономразвития России от 28 июля 2017 г. № 383 «Об утверждении Порядка установления местных систем координат». Отменен постановлением Правительства Российской Федерации от 11 июня 2020 г. № 851

29. Приказ Росреестра от 1 ноября 2022 г. № П/0418 «Об обеспечении функционирования Федеральной сети геодезических станций (ФСГС)»;

30. Приказ Росреестра от 19 сентября 2022 г. № П/0344 «Об установлении структуры государственной геодезической сети и требований к созданию государственной геодезической сети, включая требования к геодезическим пунктам»

31. Приказ Росреестра от 2 сентября 2020 г. № П/0322 «Об установлении требований к программным и техническим средствам, используемым при создании сетей дифференциальных геодезических станций»;

32. Приказ Росреестра от 20 октября 2020 г. № П/0387 «Об утверждении Порядка установления местных систем координат» (с изменениями, внесенными приказом Росреестра от 20 июня 2022 г. № П/0237)

33. Приказ Росреестра от 26 апреля 2024 г. № П/0123/24 «Об установлении требований к созданию, эксплуатации, функционированию и развитию федеральной сети геодезических станций, содержащих в том числе требования к дифференциальным геодезическим станциям, включаемым в федеральную сеть геодезических станций, порядка включения дифференциальных геодезических станций в федеральную сеть геодезических станций и их исключения из такой сети, требований к созданию, эксплуатации, функционированию государственной информационной системы федеральной сети геодезических станций, состава сведений, содержащихся в государственной информационной системе федеральной сети геодезических станций, а также порядка сбора, хранения, обработки измерительной информации и предоставления сведений о дифференциальных геодезических станциях, включенных в федеральную сеть геодезических станций»;

34. Распоряжение Президента Российской Федерации от 18 февраля 1999 г. № 38-рп <О глобальной навигационной спутниковой системе «ГЛОНАСС»>

35. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS : (ГКИНП (ОНТА)-01-271-03) / В. А. Андриянов, А. В. Бородко, С. В. Еруков, Г. Н. Ефимов, В. С. Копачевский, Т. В. Лифарь, В. Я. Лобазов, Г. Г. Побединский, Е. В. Шабанов, Б. Н. Ямбаев. Утверждено приказом Федеральной службы геодезии и картографии России от 13 мая 2003 г. № 84-пр. – Москва. – ЦНИИГАиК. - 2003. – 182 с. – EDN: [XUUIKT](#)

36. Сайт Центра точных эфемерид Росреестра (RGS Centre). [Электронный ресурс]. – Доступ: <http://new.rgs-centre.ru/>
37. Современное состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Системы координат (начало) // В. П. Горобец, Г. В. Демьянов, А. Н. Майоров, Г. Г. Побединский // Геопрофи. - 2013. - № 6. – с. 4-9. - EDN: [XQIWBN](#)
38. Современное состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Высотное и гравиметрическое обеспечение (окончание) // В. П. Горобец, Г. В. Демьянов, А. Н. Майоров, Г. Г. Побединский // Геопрофи. - 2014. - № 1. – с. 5–11. - EDN: [XQIXBR](#)
39. Состояние перспективы развития системы геодезического обеспечения страны в условиях перехода на спутниковые методы / Б. В. Бровар, Г. В. Демьянов, В. И. Зубинский, Н. Л. Макаренко, И. Я. Плешаков // Геодезия и картография. - 1999. - № 1. - С. 29-33.
40. Указ Президента Российской Федерации от 17 мая 2007 г. № 638 (ред. от 12.04.2019) «Об использовании глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации»
41. Указ Президиума Верховного Совета СССР от 20 октября 1978 г. <О награждении ЦНИИГАиК Орденом Знак Почета>
42. Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 20 августа 2001 г. № 587
43. Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 - 2020 годы». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 2012 г. № 189
44. Федеральная целевая программа по использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей. Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 15 ноября 1997 г. № 1435
45. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
46. Федеральный проект «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС» государственной программы Российской Федерации «Космическая деятельность России». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 20 марта 2021 г. № 422. <http://government.ru/info/41915/>
47. Целевая программа ведомства «Топографо-геодезическое обеспечение Российской Федерации на 2007 - 2009 годы». Утверждена приказом Минтранса России от 13 августа 2007 г. № 120
48. Эволюция системы государственного геодезического обеспечения территории России: монография / Е. М. Мазурова, А. П. Карпик, И. Г. Ганагина, Е. Г. Гиенко. - Новосибирск. - СГУГиТ. - 2016. - 184 с. ISBN 978-5-87693-985-2

Проблемы производства геодезических работ в городских агломерациях Еруков С. В.

Нижегородское региональное отделение Российского общества геодезии, картографии и землеустройства, филиал ППК «Роскадастр» «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие», Нижний Новгород, Россия

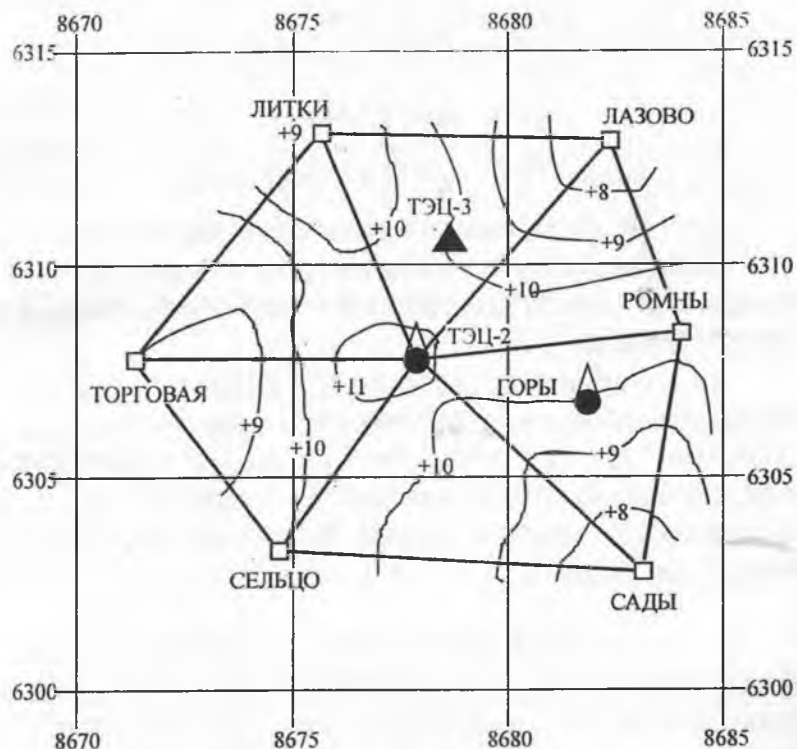
Рассматривая период новейшей отечественной истории перехода геодезической и картографической отрасли в кадастровые структуры, следует отметить игнорирование опыта советской школы математической обработки геодезических измерений, к числу видных практиков которой относятся сотрудники вычислительного цеха Предприятия № 7 (Московского аэрогеодезического предприятия) Геннадия Николаевича Ефимова и

Георгия Михайловича Гринберга. Под их руководством, и непосредственным участием в 80х годах прошлого века, цех занимался не только государственной геодезической сетью СССР, но и разработкой методов и технологии создания / реконструкции городских геодезических сетей и крупных населенных пунктов страны. Одной из важных целей этих работ являлась возможность получения наиболее точных данных геодезической основы для эффективного выполнения топографических съемок масштаба 1:500 на территориях более 20 кв. км. Для достижения этой цели был выпущен нормативно-технический документ «Руководство по математической обработке геодезических сетей и составлению каталогов координат и высот пунктов в городах и поселках городского типа» [14]. Одно из достоинств этой работы заключалась в том, что представленная методика производства геодезических работ в городах позволяла получать точность взаимного положения пунктов исходного геодезического обоснования не хуже 50 мм в местной городской системе координат (городская СК), причем рабочая зона действия городской СК, ограниченная пунктами государственной геодезической сети (ГГС) могла составлять более 500 кв. км. Технология соответствовала положениям Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500 [5]. Она основывалась на технических характеристиках применяемых инструментов, параметрах расположения и геометрии полигонометрических сетей, плотности пунктов с учетом особенностей принятой городской СК и системы высот. Интенсивная хозяйственная деятельность, развитие инфраструктуры городов и расширения их пространства постоянно требует новых топографо-геодезических работ. Поддержание равномерной однородной точности осуществлялось нормативной плотностью пунктов городской полигонометрии. Например на застроенной территории Нижнего Новгорода площадью порядка 600 кв. км. в учете состояло около 2 тыс. городских геодезических пунктов. При этом ежегодно городским бюджетом выделялось финансирование для восстановления утраченных в результате хозяйственной деятельности пунктов сети в объеме порядка 10 %, т. е. около 200 пунктов в год. После перехода к рыночной экономики в стране, развитие геодезических сетей методом полигонометрии стали резко сокращаться. Кроме политических и экономических причин, главным фактором изменения организации геодезических работ стало мировое развитие информационных технологий, позволившие расширить горизонты практической геодезии и навигации спутниковыми методами определения координат.

Теоретические и практические шаги в изучении освоении внедрении технологий и методов обработки глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) заняло почти целое десятилетие 90х и начало нулевых годов. Многие организационно-технические и научные аспекты этой темы развиваются и сейчас. Благодаря развитию информационных технологий в отрасли и внедрению спутниковой геодезии, производственные предприятия, а так же научное сообщество Федеральной службы геодезии и картографии внесли неоценимый вклад в развитие экономики страны осуществив переход к новой государственной системе координат (СК 95). Это событие дало оценку СК 42, отслужившую верой и правдой 60-летнюю эпоху. Анализ технического состояния СК 42 показал как неравномерно точную конфликтующую с результатами спутниковых измерений систему координат, в дальнейшем пригодной в качестве локальной и архивной. В тоже время городские СК, имеющие ограничения своих территорий ближайшими пунктами ГГС, были подвержены искажениям локально и незначительно. Они могут быть эффективно трансформированы корректировкой ключа перехода в действующую либо архивную государственную систему координат, уточняя связи и улучшая относительную точность всей городской СК. Неустраняемые остаточные расхождения могут быть учтены матрицей поправок в любой точке покрытия съемок масштаба 1:500. На Рис. 1 представлен реальный пример схемы спутниковой каркасной сети населенного пункта площадью покрытия более 100 кв. км. для внесения поправок в ключ перехода городской СК по оси ординат (при необходимости к-развороту).

Схема деформации старой сети

Схема разностей ординат (ΔY) в государственной (местной) системе координат



Пояснение к составлению схем.

На всех пунктах вычисляются изменения координат (ΔX , ΔY). По полученным значениям ΔX , ΔY соответственно на каждой схеме проводят линии их равных значений.

Рис. 1. Реальный пример схемы спутниковой каркасной сети населенного пункта

В то время отдельной вехой в освоение и внедрение спутниковых геодезических технологий стоит отметить первый пилотный проект реконструкции городской геодезической сети Нижнего Новгорода 1993-1995 гг. Проект осуществлялся на стыке старой и новой технологии производства геодезических работ в городах. На тот момент отраслевая нормативно-техническая база организации полевых геодезических работ с применением спутниковых геодезических систем еще не была сформирована, но камеральная обработка наблюдений и переуравнивание сетей осуществлялась строго по ранее указанному Руководству [14]. Впервые были использованы опорные каркасные геодезические сети с длинами сторон более 10 км. Старые и новые данные, как и ожидалось, имели сопоставимые результаты по точности взаимного положения пунктов в городской СК. Полученный положительный опыт производства реконструкции геодезических сетей городов, подкрепленный дальнейшими работами в столицах субъектов РФ и во многих других крупных населенных пунктах, позволил подготовить Руководящий технический материал В-01-95 «Применение приемников спутниковой геодезической системы WILD GPS System 200 фирмы Лейка (Швейцария) при создании и реконструкции городских геодезических сетей» [15], а затем «Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS» [4]. Кроме того, практика выполнения геодезических работ с использованием спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС позволила сделать вывод о точности

спутниковых наблюдений которые оказались выше точности взаимного положения пунктов ГГС полученных из каталогов СК 42. Этот же вывод содержится и в фундаментальном труде по созданию СК-95 «Руководстве пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95)» [7]. Важным следствием этих выводов, дающим колоссальный экономический эффект, является реальная возможность сокращения плотности ГГС, в том числе геодезических пунктов в агломерациях и городах.

Данная возможность позволила бы повысить эффективность и качество производства работ если бы не введенные системы координат субъектов Российской Федерации (МСК-NN) на основе отмененной системы координат 63 года (СК-63). СК-63 это «изысканно» видоизменённая СК42, созданная в СССР во времена холодной войны, после известных событий, использовалась в основном для сельскохозяйственных целей. СК-63 была отменена Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 25 марта 1987 года за № 378-85. Реанимация этой системы осуществилась ведомственным приказом Росземкадастра 2002 года «О введении местных систем координат» [6] тем самым предопределив разобщение исходных (опорных) пространственных данных в Российской Федерации по показателям однородной точности и достоверности. Предполагаемое единое координатное пространство декларируемое в этом документе не могло состояться теоретически. Это непродуманное решение привело в дальнейшем не только к массовым кадастровым ошибкам, но и дезорганизовало геодезическую и картографическую деятельность. Поддерживаемый Росреестром существующий до сих пор порядок не дает в полной мере обеспечить возможность реализации всего потенциала современных спутниковых методов определения координат. Нелинейные искажения взаимного и относительного положения исходных пунктов ГГС в МСК-NN деформируют случайным образом модели местности значительных территорий. В результате этого, на сегодняшний день пользователи создали десятки, а может и сотни «псевдо- локальных» местных систем координат совместимость которых для точных работ сомнительна, а для кадастровых работ может быть и удовлетворительна. Современные МСК-NN нарушают межотраслевой принцип использования геодезических данных так как точность положения исходных пунктов ГГС не однородна и локализация работает достоверно, только на территориях менее 20 кв. км. образуя «псевдо локальную» МСК. Случайное количество исходных пунктов ГГС в МСК и произвольность использования набора исходных данных, приводит к запутанности результатов точных геодезических работ. При этом следует иметь ввиду не только реальную точность пунктов ГГС в МСК, но и недостаточную их доступность, а также возможность обеспечения благоприятных условий для спутниковых наблюдений. Безусловно все пункты ГГС по возможности должны оставаться сохранными так как они являются основными носителями пространственных данных юридически значимых документов и пространственных решений прошлых лет выполняя архивную функцию. Вместе с тем, не прекращается естественная убыль пунктов ГГС по причине: зарастания лесом, утраты внешнего оформления, эрозии почв, утраты стабильности центров и марок пунктов, ведения сельскохозяйственной деятельности и даже актов вандализма. В некоторых случаях охранная зона пунктов должна быть расчищена для видимости горизонта в радиусе 25 м., а не квадратом стороной 4 м. В настоящее время геодезистам приходится работать в этих условиях, так как мер по восстановлению стабильности, достоверности и долговечности геодезической основы страны не достаточны. При этом запутанность и несвязность пространственных данных нарастает как «снежный ком».

Введение новой государственной системы координат (ГСК-2011) должно было ликвидировать все эти несоответствия. Однако переходный период продолжается до сих пор. Юридически закреплено, что МСК-NN теперь установлены не только для кадастровой деятельности, но и для целей обеспечения геодезических и картографических работ, а также осуществлении градостроительной и иной деятельности. Однако городские СК были отменены, а данные городских геодезических систем потеряли смысл из-за перекрытия городских территорий МСК-NN. Отработанные технологии применения

спутниковых методов в реконструкции геодезических сетей городов забыты. Результатом этих решений привели к снижению достоверности инженерно-геодезических и кадастровых работ, к снижению относительной точности топографических съемок масштаба 1:500 в 4 раза. В архитектуре только одного миллионного Нижнего Новгорода содержатся тысячи листов съемки 1:500 которые при обновлении утрачивают свою достоверность. Еще одним примером служит публичная кадастровая карта, «кривизна» которой вызывает сомнения в её согласованности и достоверности. Нанизывание объектов недвижимости в МСК-NN отдельно от развития государственной спутниковой геодезической сети способствует нарастанию кризиса в решении пространственно-территориальных проблем экономики страны. Политика частой смены форм и методов управления геодезией и картографией привела к деградации научно-технического потенциала отрасли.

Источником выше указанных проблем, за последнее десятилетие, видится недостаток целеполагания у регулятора геодезической и картографической деятельности, который в первую очередь склоняется к решению собственных отраслевых задач кадастра, а так же снижению внимания субъектов федерации к эффективному управлению и решению инфраструктурных проблем на основе актуальных объективных данных территорий получаемых с помощью материалов дистанционного зондирования на основе современных геодезических средств и методов.

Переходя от оценки стратегических упущений организационно-технической политики к предложениям повышения эффективности развития территорий, предлагается рассмотреть следующие цели, затрагивающие межотраслевое значение геодезической и картографической деятельности:

- повышение эффективности территориально пространственного управления и планирования, снижение неоправданных затрат на управление территориальными задачами, исполнение распоряжения Правительства Российской Федерации «Об утверждении перечня государственных геоинформационных систем, картографической основой которых является единая электронная картографическая основа» [13];

- повышение качества и сокращение сроков производства работ для принятия решений в градостроительной, кадастровой и иной территориальной деятельности;

- снижение экологических рисков при развитии территории и создании комфортной среды жизнедеятельности;

- обеспечение стабильности и долговечности системы отсчета пространства агломераций и территорий городов;

- создание условий информационной совместимости и преемственности архивных и перспективных систем координат и данных;

- снижение рисков антропогенных и природных чрезвычайных ситуаций, в том числе геодинамических явлений;

- обеспечение перспективы безопасности развития беспилотной транспортной инфраструктуры и транспортной навигации;

- повышение уровня культуры применения информационных технологий и стандартов при использовании инфраструктуры пространственных данных;

- сохранность истории развития агломерации и достоверность сведений о преобразованиях пространственной инфраструктуры для будущих поколений жителей территории.

Для достижения указанных целей необходимо решить следующие организационно-технические задачи.

1. Основой для модернизации местных систем координат субъектов Российской Федерации следует принять современную СК 2011 в разграфке территорий принятых для СК63.

2. Для перехода от существующей МСК-NN к новой, следует модернизировать матрицу поправок СК42(МСК)-СК2011 и утвердить порядок её использования.

3. Ключи перехода из государственной системы координат в местные необходимо вывести из категории государственной тайны, так как любой выпускник учебного заведения аэрогеодезической специальности может (обязан уметь) их вычислить на основе данных из открытых источников по известным формулам. Из-за ограничений использования государственной системы координат, специалисты вынуждены основываться на зарубежной системе координат.

4. Для городов и агломераций вернуть практику создания каркасных геодезических сетей СГС-1 плотность которых соответствует плотности населения агломерации согласно приказа Росреестра «Об утверждении требований к размещению на территории Российской Федерации геодезических пунктов государственной геодезической сети, нивелирных пунктов государственной нивелирной сети и гравиметрических пунктов государственной гравиметрической сети» [12].

Мы надеемся, что отсутствие полезных эволюционных шагов в направлении развития, будут своевременно восполнены принятыми рациональными решениями.

Литература

1. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

2. Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности»

3. Приказ Росреестра от 23 октября 2020 г. № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места»

4. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS : (ГКИНП (ОНТА)-01-271-03) / В. А. Андриянов, А. В. Бородко, С. В. Еруков, Г. Н. Ефимов, В. С. Копачевский, Т. В. Лифарь, В. Я. Лобазов, Г. Г. Побединский, Е. В. Шабанов, Б. Н. Ямбаев. Утверждено приказом Федеральной службы геодезии и картографии России от 13 мая 2003 г. № 84-пр. – Москва. – ЦНИИГАиК. - 2003. – 182 с. – EDN: [XUUIKT](#)

5. Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 (ГКИНП-02-033-82)

6. Приказ Росземкадастра от 28 марта 2002 г. № П/256 «О введении местных систем координат»

7. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95) (ГКИНП-06-278-04)

8. Инструкции об охране геодезических пунктов (ГКИНП-ГНТА-07-011-97)

9. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации (ГКИНП (ГНТА)-01-006-03). Утв. Приказом Роскартографии от 17 июня 2003 г. № 101-пр

10. Правил закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей. Утв. приказом ГУГК при СМ СССР от 14 января 1991 г. № 6п

11. Инструкции по межеванию земель. Утв. Роскомземом 8 апреля 1996 г.

12. Приказ Росреестра от 5 марта 2024 г. № П/0051/24 «Об утверждении требований к размещению на территории Российской Федерации геодезических пунктов государственной геодезической сети, нивелирных пунктов государственной нивелирной сети и гравиметрических пунктов государственной гравиметрической сети»

13. Распоряжения Правительства Российской Федерации от 7 февраля 2024 г. № 268-р «Об утверждении перечня государственных геоинформационных систем,

картографической основой которых является единая электронная картографическая основа>

14. Руководство по математической обработке геодезических сетей и составлению каталогов координат и высот пунктов в городах и поселках городского типа (ГКИНП-06-233-90). Утверждено ГУГК при СМ СССР 3 июля 1990 г.

Геоинформационное моделирование ограничений для полета беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве Российской Федерации
Максимова С. Е., Духин С. В.

АО «НИИАС», Москва, Россия

На современном этапе развития общества продолжается информатизация различных сфер жизни. Для решения широкого круга научных и практических задач, имеющих пространственно-временную составляющую, применяются геоинформационные системы (ГИС). Геоинформационные технологии применяются в целях построения оптимальных маршрутов перемещения различных видов материальных тел, для решения задачи в трехмерном пространстве необходимо создать его корректную модель. Примером можно считать построение оптимального маршрута полета беспилотного воздушного судна (БВС) в воздушном пространстве Российской Федерации из точки старта в точку назначения.

Существующие геосервисы в сети Интернет, описанные в [1], на которых отображены модели воздушного пространства Российской Федерации, могут быть применены пользователями для изучения картографического представления его элементов и их взаимосвязей. Данная пространственно-временная и атрибутивная информация может быть применена пользователями для составления представлений на установление местных или временных режимов и планов полетов БВС. Указанные геосервисы не предназначены для автоматизированного составления оптимальных маршрутов перемещения из точки старта в точку назначения.

Таким образом, целью настоящей работы является описание геоинформационной модели воздушного пространства, доступного для расчета оптимального маршрута перемещения БВС. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать с позиции геоинформатики воздушное законодательство Российской Федерации в части, касающейся организации полетов БВС.
- выявить пространственно-временные ограничения для полетов БВС в воздушном пространстве Российской Федерации.
- описать геоинформационные модели ограничений полетов БВС в воздушном пространстве.

На основе анализа Воздушного кодекса [2], Федеральных правил использования воздушного пространства [3], приказов Министерства транспорта Российской Федерации и нормативно-правовых актов регионального уровня в части, касающейся использования воздушного пространства беспилотными воздушными судами установлено, что полеты БВС выполняются в сегрегированном воздушном пространстве, за исключением случаев, предусмотренных отдельными положениями указанных нормативно-правовых актов. Для выполнения полета БВС необходимо в установленные сроки подать представление на установление местного или временного режима. В случае, если установление режима возможно, Органы Единой Системы Организации Воздушного движения [4] присваивают ему номер и публикуют соответствующее извещение аэронавигационной информации.

В воздушном пространстве Российской Федерации присутствуют различные типы ограничений для полетов БВС. В некоторых ограничивающих элементах могут быть предусмотрены исключения по виду авиации, ведомственной принадлежности, по

максимальной взлетной массе и другим характеристикам БВС. Границы (координаты, высоты), расписание функционирования, уникальные названия запретных зон, опасные зоны, зоны ограничения полетов, специальных зон, а также случаи-исключения из них устанавливаются соответствующими приказами Министерства транспорта РФ. Ширина приграничной полосы регламентирована Федеральными правилами использования воздушного пространства. Использование воздушного пространства над населенными пунктами для полетов БВС также ограничено. Нормативно-правовыми актами отдельных регионов РФ установлены запреты на полеты для различных категорий БВС над территорией региона. В воздушном пространстве могут присутствовать ограничения, установленные с применением извещений аэронавигационной информации, в том числе местные и временные режимы, установленные другими пользователями. Указанные ограничения могут принимать форму полигонов, построенных в виде многоугольников произвольной формы, окружностей, эллипсов, буферных зон от линий, вытянутых в высоту. Кроме того, в воздушном пространстве классов А и С соблюдаются условия эшелонирования. Величина интервалов горизонтального, вертикального, бокового, продольного эшелонирования устанавливается Федеральными правилами использования воздушного пространства.

Указанные ограничения могут быть выражены с применением параметров согласно Таблице 1.

Таблица 1 Параметры моделей ограничений в воздушном пространстве Российской Федерации

Группа параметров	Параметр	Обозначение
Время	дата	D_i
	время начала	$P_{iнач}$
	продолжительность действия	$P_{iдлит}$
Тема	уникальное название	$A_{iназв}$
	случаи-исключения	$A_{искл}$
Место	N-я точка	P_n
	Абсолютная широта N-й точки	X_n
	Абсолютная долгота N-й точки	Y_n
	Ограничение по высоте сверху	$H_в$
	Ограничение по высоте снизу	$H_н$
	Радиус	R
	Азимут	A_z
Ширина буферной зоны	B_z	

Параметры модели i -го ограничения в воздушном пространстве могут быть сгруппированы согласно формуле (1):

$$Z_i = \Phi \{C_i, P_{ti}, A_i\} \quad (1),$$

где C_i – группа «место» – совокупность координатных (пространственных) параметров ($i=1...n$);

P_{ti} – группа «время» – совокупность временных параметров ($i=1...m$);

A_i – группа «тема» – совокупность тематических характеристик ($i=1...k$) [5, 6].

Приведем пример описания модели I -го ограничения в воздушном пространстве, выраженного в виде полигона-многоугольника (рисунок 1). Указанное ограничение опишем формулой:

$$Z_i = \Phi \{[P_1(X_1, Y_1), P_2(X_2, Y_2), \dots, P_n(X_n, Y_n)], (H_в - H_н), (D_i, P_{iнач}, P_{iдлит}), (A_{iназв}, A_{искл})\} \quad (2),$$

где P_n – n -я точка многоугольника,

X_n – абсолютная широта n -й точки,

Y_n – абсолютная долгота n -й точки,

H_v – ограничение высоты элемента воздушного пространства сверху,
 H_n – ограничение высоты элемента воздушного пространства снизу,
 D_i – дата начала действия i -го ограничения,
 $P_{iнач}$ – время начала действия i -го ограничения,
 $P_{iдлит}$ – продолжительность действия i -го ограничения,
 $A_{iназв}$ – уникальное название i -го ограничения,
 $A_{iискл}$ – исключения, предусмотренные для i -го ограничения.

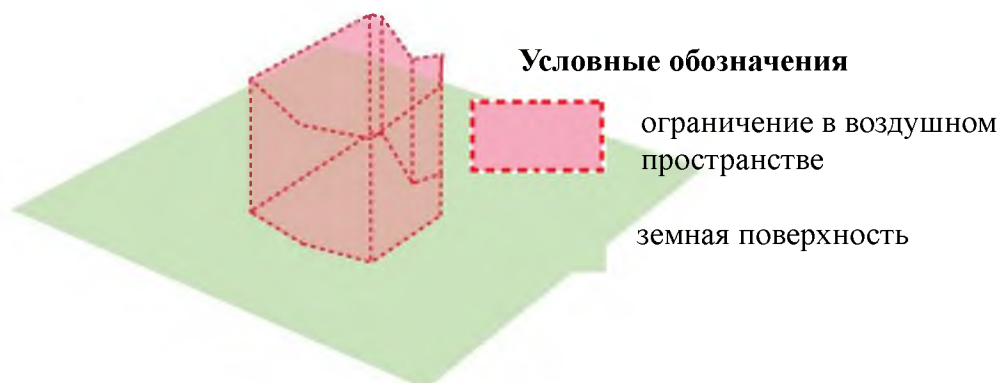


Рис. 1. Пример ограничения в воздушном пространстве в виде полигона-многоугольника.

Совокупность ограничений в воздушном пространстве для выполнения полета конкретного БВС может быть описана с применением функции (3):

$$Z = (Z_i, i=1, N) \quad (3),$$

где Z – совокупность ограничений в воздушном пространстве для конкретного полета БВС по планируемой траектории перемещения,

Z_i – i -е ограничение, описанное функцией (1).

Элементы воздушного пространства, ограничивающие деятельность, устанавливаются в интересах какого-либо субъекта (Министерство, ведомство, предприятие и пр.). Получение разрешения на выполнение полета БВС в границах данного элемента возможно, если обратиться к ответственному лицу. Такое разрешение следует считать исключением из ограничения. Данные исключения могут принимать форму полигонов, построенных в виде многоугольников произвольной формы, окружностей, буферных зон от линий, вытянутых в высоту. Пример того, как можно графически изобразить исключение для J -го БВС в I -м ограничении, представлен на рисунке 2.

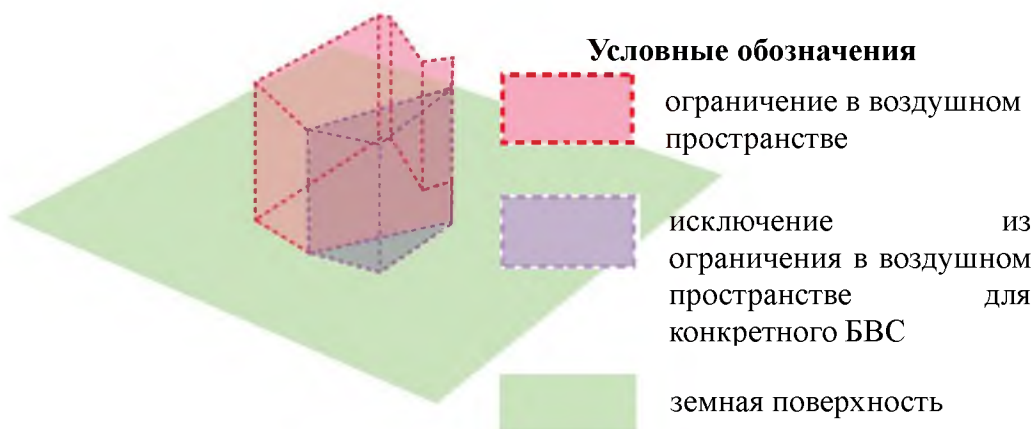


Рис. 2. Пример ограничения в воздушном пространстве в виде полигона-многоугольника с исключением для J -го БВС.

Совокупность исключений для конкретного БВС, можно выразить следующей формулой (11):

$$Z_{\text{искл}} = (Z_j, j=1, M) \quad (4),$$

где $Z_{\text{искл}}$ – совокупность исключений из ограничений в воздушном пространстве для конкретного полета БВС по планируемой траектории перемещения,

Z_j – j -е исключение, описанное функцией (5).

Исключение для конкретного БВС из определенного элемента, ограничивающего перемещение в воздушном пространстве, также может быть выражено формулой (5):

$$Z_j(i) = \Phi\{C_j, P_{tj}, A_j\} \quad (5),$$

где j – j -е беспилотное воздушное судно

C_j – группа «место» – совокупность координатных (пространственных) параметров ($j=1 \dots p$);

P_{tj} – группа «время» – совокупность временных параметров ($j=1 \dots r$);

A_j – группа «тема» – совокупность тематических характеристик ($j = i$).

Таким образом, модель воздушного пространства, доступного для расчета оптимального маршрута перемещения j -го БВС следует описать формулой (6):

$$ВП_j = ВП - (Z - Z_{\text{искл}}) \quad (6),$$

где $ВП_j$ – воздушное пространство, доступное для полета j -го БВС,

$ВП$ – участок воздушного пространства РФ,

Z – совокупность ограничений в воздушном пространстве,

$Z_{\text{искл}}$ – совокупность исключений из ограничений для j -го БВС.

Моделирование воздушного пространства, доступного для расчета оптимального маршрута перемещения конкретного БВС с установлением местного или временного режима имеет индивидуальный характер с учетом полученных разрешений на полет в ограничивающих элементах.

Литература

1. Максимова С. Е. «Геопорталы для планирования полетов беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве Российской Федерации» // Наука и технологии железных дорог – 2023. – № 26. – С. 47-52.

2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19 марта 1997 г. №60-ФЗ.

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации».

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 901 «О единой системе организации воздушного движения Российской Федерации».

5. Булгаков С. В. Геоинформационное моделирование. – Москва. - МАКС Пресс. - 2019. - 68с.

6. Майоров А. А. Развитие информатики в научном направлении геоинформатика // Вестник МГТУ МИРЭА. - 2014. - № 1 (2). - С. 42-57.

Особенности метода «свободной станции» при инженерно-геодезических работах

Подшивалов В. П., Мкртычян В. В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Для расчета необходимой точности геодезических измерений принимаются параметры необходимой точности строительно-монтажных работ, представленные в проекте. При этом точность определения положения проектных элементов строительных конструкций геодезическими методами должна быть выше необходимой точности установки этих элементов. Наряду с традиционными и хорошо известными методами

производства геодезических работ, все более широко применяют методы, предусматривающие применение современных приборов, которые дают существенный эффект в геодезическом обеспечении строительства. Считаем возможным привести краткое описание некоторых методик с необходимыми пояснениями и приведением основных формул для вычислений. Это позволит исполнителям разработать при необходимости простые программы для вычислений на ЭВМ, если они, по каким-то причинам, отсутствуют в пакете стандартных программ электронных тахеометров. Кроме того, по приведенным формулам можно оценить значимость тех или иных факторов, влияющих на точность конечных результатов измерений, выбрать оптимальное взаимное расположение прибора, исходных пунктов и определяемых (выносимых в проектное положение) точек.

Векторная пространственная засечка

Пространственная линейно-угловая (векторная) засечка может быть реализована при работе с электронным тахеометром, как в традиционных методах геодезических построений (полигонометрия, триангуляция, засечки), так и в сочетании с методом «свободной станции». Метод «свободной станции» наиболее эффективен с применением электронных тахеометров с соответствующим программным обеспечением непосредственно в самом приборе. Основными достоинствами данного метода являются: возможности уменьшение числа опорных пунктов, центры которых необходимо закреплять на строительных горизонтах; отсутствие необходимости центрирования прибора над центрами пунктов (как исходных, так и определяемых); расширение возможностей выбора оптимального расположения опорных пунктов внешних и внутренних разбивочных сетей, а также прибора в период измерений. При коротких сторонах и стесненных условиях, которые могут иметь место при работе на строительных горизонтах, это особенно важно. Наибольший эффект метод «свободной станции» дает при работе на строительных горизонтах, при выносе в проектное положение элементов строительных конструкций, исполнительных съемках, мониторинговых геодезических наблюдениях. Смысл данного метода заключается в возможности использования тахеометра в двух режимах. Первый режим – координирование и ориентирование прибора от исходных пунктов, координаты которых предварительно занесены в электронную память прибора. Для того, чтобы измерения горизонтальных, вертикальных углов и расстояний, а также вычисления координат произвести с контролем, а также для того, чтобы была возможность выявить и исключить при необходимости из наблюдений исходные пункты, положение которых изменилось, измерения должны производиться не менее, чем на четыре исходных пункта. Второй режим – съемка, при которой определяются координаты определяемых точек или выносятся точки, проектные координаты которых предварительно внесены в электронную память прибора.

При соответствующей системе нумерации в электронной базе прибора геодезических пунктов, а также выносимых в натуру проектных точек электронная база прибора хранит всю полноту информации о результатах измерений, а также координатах исходных и определяемых пунктов, проектных координатах контрольных точек, внесенных предварительно, а также результатах исполнительных съемок. Эти данные могут в дальнейшем, при необходимости использоваться в работе, в части, их касающейся, оперативно передаваться по средствам электронной связи проектирующей организации, Заказчику, Генподрядчику.

При выносе в проектное положение контрольных точек на строительных конструкциях электронный тахеометр (с соответствующим программным обеспечением), может выдавать данные в оперативном режиме для точной доводки. При этом можно получать данные для доводки, как в системе координат объекта, так и относительно проектных плоскостей и поверхностей. Это существенно упрощает взаимодействие с монтажниками и ускоряет их работу.

Приращения координат Δx , Δy и превышения Δh определяемых точек относительно геометрического центра прибора в векторной засечке вычисляются по формулам

$$\begin{aligned}\Delta x &= d \cos \beta \cos \alpha \\ \Delta y &= d \cos \beta \sin \alpha \\ \Delta h &= d \sin \beta\end{aligned}\quad (1)$$

где d – измеренная наклонная дальность, α – дирекционный угол, β – измеренный вертикальный угол.

Средние квадратические ошибки приращений координат и превышений связаны со средними квадратическими ошибками измеренных величин формулами (2). Из анализа приведенных формул видно, что векторная засечка, реализуемая с применением электронного тахеометра, практически не зависит от ее геометрии, что является весьма важным ее достоинством при работе в стесненных условиях строительной площадки.

$$\begin{aligned}m_{\Delta x}^2 &= (\cos \beta \cos \alpha)^2 m_d^2 + (d \cos \beta \sin \alpha)^2 \left(\frac{m_{\alpha}''}{\rho''} \right)^2 + (d \cos \alpha \sin \beta)^2 \left(\frac{m_{\beta}''}{\rho''} \right)^2 \\ m_{\Delta y}^2 &= (\cos \beta \sin \alpha)^2 m_d^2 + (d \cos \beta \cos \alpha)^2 \left(\frac{m_{\alpha}''}{\rho''} \right)^2 + (d \sin \alpha \sin \beta)^2 \left(\frac{m_{\beta}''}{\rho''} \right)^2 \\ m_{\Delta h}^2 &= \sin^2 \beta m_d^2 + (d \cos \beta)^2 \left(\frac{m_{\beta}''}{\rho''} \right)^2\end{aligned}\quad (2)$$

Здесь α и β – дирекционный и вертикальный углы засечки, d – измеренное расстояние, а также их средние квадратические ошибки, зависящие от класса точности прибора. Под средней квадратической ошибкой дирекционного угла здесь понимают среднюю квадратическую ошибку измерения горизонтальных углов.

Полагая точность измерения горизонтальных и вертикальных углов одинаковой и равной m_{β} , определим выражение для средней квадратической ошибки определения планового положения

$$m_p^2 = m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2 = \cos^2 \beta m_d^2 + d^2 \left(\frac{m_{\beta}''}{\rho''} \right)^2\quad (3)$$

Из (3) видно, что точность векторной засечки практически не зависит от ее геометрии, в отличие от угловой или линейной засечек. При вертикальной установке визирной оси прибора, его можно использовать как прибор вертикального проектирования при передаче отметок на строительные горизонты. Это дает основание для самого широкого применения векторной засечки, реализуемой электронным тахеометром, при геодезическом обеспечении строительства.

Исследования точностных характеристик электронного тахеометра в различных условиях наблюдений показали, что основным фактором, снижающим точность измерений электронным тахеометром, является влияние внешних условий и наклон вехи с отражателем. При передаче приращений координат и превышений на малые расстояния, когда лазерный луч проходит в идентичных атмосферных условиях, главная составляющая атмосферных влияний компенсируется, и реальная точность измерений может быть выше паспортных. При геодезических измерениях на контрольные точки, расположенные на строительных конструкциях, необходимо использовать световозвращающую призму с вехой или специальную световозвращающую пленку, что существенно ускоряет процесс измерений.

При геодезических измерениях на точки, расположенные на строительных конструкциях, поверхность которых обладает малой шероховатостью, можно использовать безотражательный метод измерений.

Погрешности, вызванные наклоном вехи со световозвращателем

В литературе и на практике при изложении вопросов светодальномерных измерений незаслуженно прижился термин «светоотражатель», хотя, по сути, здесь мы имеем дело со световозвращателем.

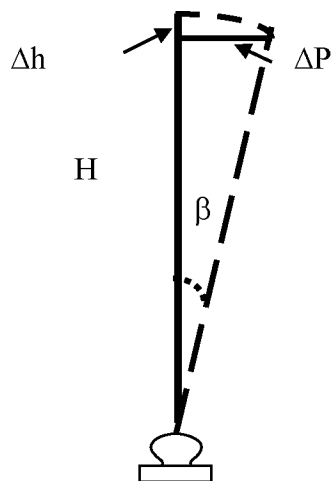


Рис. 1. К расчету влияния наклона вехи

В случае тригонометрического нивелирования и реализации векторной засечки электронным тахеометром следует иметь в виду, что, помимо приборных погрешностей измерения расстояний, вертикальных и горизонтальных углов, будут иметь место погрешности наведения на марку или наклон вехи световозвращателя, расположенного на некоторой высоте H над контрольной точкой. В вертикальном положении веха устанавливается с помощью круглого уровня, имеющего определенную точность β . Приведем расчет погрешности в превышении за наклон вехи.

Из рисунка 1 несложно заметить, что погрешность в измеренном превышении Δh , обусловленная наклоном вехи, составит величину, вычисляемую из выражения

$$\Delta h = H - H \cos \beta \approx H \left(\frac{\beta''}{\rho''} \right)^2 \quad (4)$$

Несложно рассчитать, что данная погрешность практически во всех возможных на практике случаях несущественна и ею можно пренебречь.

При этом обращается внимание на то, что данные условия влияют и на точность планового определения ΔP . Из рисунка 1 видно, что максимально возможная погрешность ΔP рассчитывается по формуле

$$\Delta P = H \sin \beta \approx H \frac{\beta''}{\rho''} \quad (6)$$

При использовании вехи и отражателя, необходимо иметь в виду и устранять эти погрешности. На основании расчетов, произведенным о приведенным формулам, выбирается класс точности прибора, методика производства измерений, допустимая длина вехи, учитывается точность круглого уровня.

Следует отметить, что погрешность за наклон вехи отражателя в приращения плановых координат существенно больше, по сравнению с погрешностью в превышение. Например, если принять $H = 2.000$ м, $\beta = 180''$, то получим соответственно: $\Delta h = 1.5 \cdot 10^{-3}$ мм; $\Delta P = 1.75$ мм. Зная точность круглого уровня, входящего в комплект прибора и

необходимую точность определения превышений и приращений координат можно рассчитать допустимые высоту и наклон вехи. Достоинством методов измерений на световозвращающую пленку является отсутствие рассмотренных погрешностей. В безотражательном способе измерений точность зависит от степени шероховатости поверхности, на которую производят позиционирование, а также от точности фиксирования точки наведения.

Длина вехи, входящей в комплект электронных тахеометров может наращиваться до 3 метров. В этом случае имеем при указанной точности круглого уровня погрешности, вызванные наклоном вехи: в плановые координаты – 2.7 мм; в высотные отметки – меньше миллиметра. Как видим, вполне возможно применение векторной засечки, как для определения плановых координат, так и высотных отметок. Так как современные приборы имеют компенсатор, точность установки нулевого диаметра вертикального круга высокая, возможно высокоточное тригонометрическое нивелирование коротким лучом.

Метод свободной станции

В инженерно-геодезическом обеспечении строительства большой проблемой является обеспечение сохранности центров геодезических пунктов, как опорной, так и разбивочных сетей (внешней и внутренних). Удаление центров пунктов от объекта строительства и районов земляных работ затрудняет их использование при обеспечении строительства.

Может дать существенный эффект метод свободной станции с применением электронного тахеометра. Достоинством этого метода является то, что прибор в процессе измерений устанавливается не над центром исходного или определяемого геодезического пункта, а в некоторой точке, положение которой оптимально для координирования и ориентирования прибора, а также для передачи проектных значений координат и высот на выносимые точки (контрольные точки элементов строительных конструкций, элементов трассы и др.).

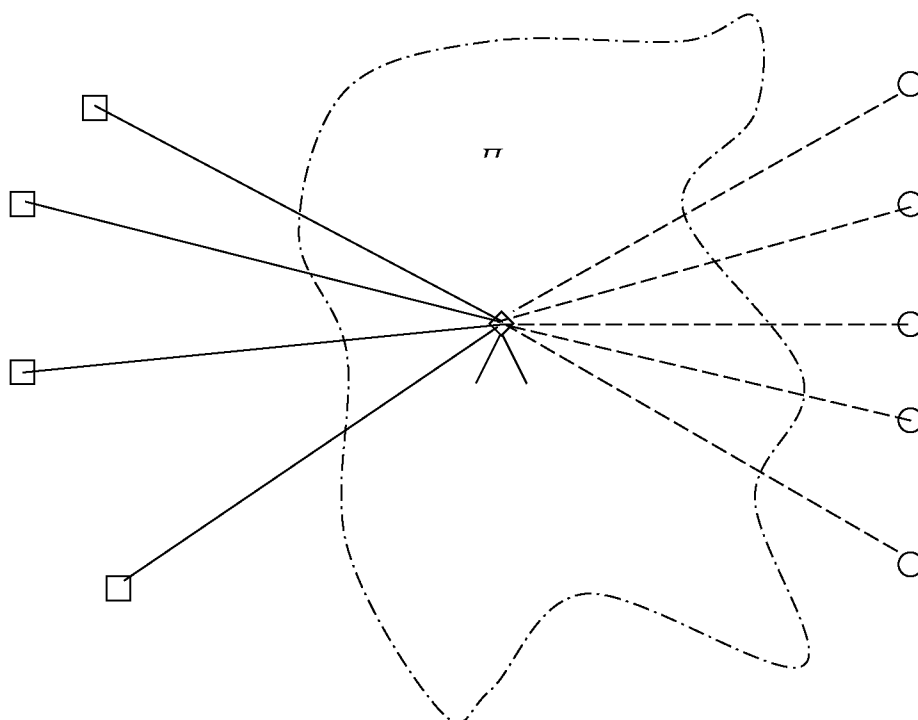


Рис. 2. Схема измерений методом свободной станции

Приведем схему работы в режиме свободной станции (рис.2). Здесь обозначены: А, Б, В, Г, ... - исходные пункты, доступные для измерений с данной станции; а, б, в, г, ... - выносимые проектные или координируемые точки;

МП – возможное местоположение прибора (откуда имеется видимость на исходные пункты и определяемые точки).

Следует иметь в виду, что в режиме свободной станции электронным тахеометром можно работать в пространственной системе координат (совмещенные плановая и высотная сети – векторная сеть). Измерения могут вестись, как со световозвращателем, на специальную пленку, так и в безотражательном режиме, в зависимости от условий решаемой задачи.

Для определения планово-высотного положения геометрического центра прибора и его ориентировки в принятой системе координат достаточно произвести позиционирование на два исходных пункта, планово-высотные координаты которых известны. Измеряются: две наклонные дальности, один горизонтальный и два вертикальных угла. В современных тахеометрах имеется соответствующее встроенное программное обеспечение, позволяющее работать в различных режимах. На данном этапе следует работать в режиме «координирование прибора».

Если по каким-либо причинам стандартным программным обеспечением прибора воспользоваться невозможно, решение задачи также можно обеспечить. Приведем сущность решения этой задачи.

Здесь известны плановые координаты и высоты (отметки) двух пунктов А и Б: X_a , Y_a , H_a , X_b , Y_b , H_b

Измерены наклонные дальности S_a , S_b , их горизонтальные направления, по разности которых вычисляется горизонтальный угол β_{ab} , также измерены вертикальные углы β_A , β_B .

Вычисляют горизонтальные проложения по известной формуле

$$S_o = S \cos \beta \quad (10)$$

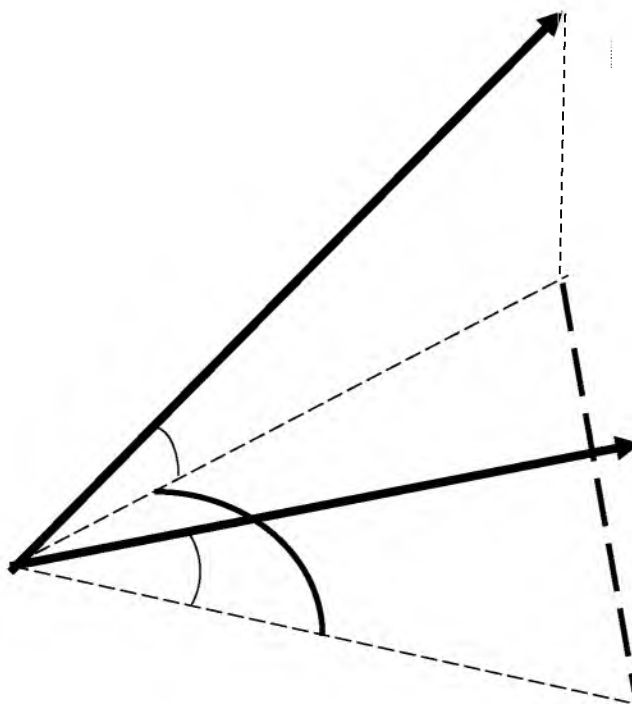


Рис. 3. К выводу формул решения векторной засечки в режиме «определение координат станции»

Если по каким-либо причинам стандартным программным обеспечением прибора воспользоваться невозможно, решение задачи также можно обеспечить. Приведем сущность решения этой задачи.

Здесь известны плановые координаты и высоты (отметки) двух пунктов А и Б: $X_a, Y_a, H_a, X_b, Y_b, H_b$

Измерены наклонные дальности S_a, S_b , их горизонтальные направления, по разности которых вычисляется горизонтальный угол B_{ab} , также измерены вертикальные углы β_A, β_B .

Из решения обратной геодезической задачи вычисляют горизонтальное проложение между центрами исходных пунктов и дирекционные (прямой и обратный) углы:

$$S^0_{ab} = \sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)};$$

$$\alpha_{ab} = \arctg\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right); \quad \alpha_{ba} = \alpha_{ab} \pm \pi \quad (11)$$

Значение дирекционного угла определяют по знакам приращений координат, как это принято при решении обратной геодезической задачи.

Из решения треугольника A_0B_0C по теореме синусов вычисляют его горизонтальные углы при вершинах А и Б

$$\sin A_0 = \sin B_{ab} \frac{S_{CB_0}}{S_{A_0B_0}}; \quad \sin B_0 = \sin B_{ab} \frac{S_{CA_0}}{S_{A_0B_0}} \quad (12)$$

Наличие одной избыточной величины в треугольнике позволяет провести контроль измерений и вычислений, вычислив невязку в треугольнике.

$$B_{ab} + A_0 + B_0 - 180^\circ = W \quad (13)$$

Вычисляют дирекционные углы направлений вдоль измеренных наклонных дальностей

$$\alpha_{A_0C} = \alpha_{A_0B_0} + A_0; \quad \alpha_{B_0C} = \alpha_{B_0A_0} - B_0 \quad (14)$$

Вычисляют приращения координат от любой исходной точки до центра прибора по формулам решения прямой геодезической задачи

$$\Delta x_{AC} = S_{F_0C} \cos \alpha_{AC}; \quad \Delta y_{AC} = S_{F_0C} \sin \alpha_{AC} \quad (15)$$

Вычисляют координаты центра прибора

$$X_C = X_a + \Delta x_{AC}; \quad Y_C = Y_a + \Delta y_{AC} \quad (16)$$

Ориентировкой угломерной шкалы горизонтального круга служат дирекционные углы сторон СА и СБ.

Высотная отметка центра прибора определяется с контролем от двух исходных пунктов по превышениям, получаемым из тригонометрического нивелирования.

$$H_C = H_a - S_a \sin \beta_A; \quad H_C = H_b - S_b \sin \beta_B \quad (17)$$

В электронных тахеометрах все эти вычисления ведутся в автоматическом режиме, запоминаются и могут быть использованы в дальнейшей работе. Опыт работы на реальных объектах показывает, что координирование и ориентирование центра прибора указанным методом необходимо производить от трех и более исходных пунктов. В этом случае прибор дает не только искомые величины, но и ошибки их определения. Более трех исходных пунктов берут в случаях, когда имеет место изменение планово-высотного положения центров исходных пунктов и необходимо произвести анализ их стабильности.

С одной, таким образом определенной свободной станции, можно производить координирование и разбивку любого числа видимых точек. В реальных условиях таких свободных станций на объекте может быть любое, достаточное для работы число. Для

обеспечения необходимой и однородной точности координатных определений, производства уравнительных вычислений и оценки точности результатов измерений на каждой свободной станции измерения производят с перекрытием, особенно это важно при создании разбивочных сетей. Вычисление плановых координат и высотных отметок определяемых точек производится по формулам связи параметрического и полярного задания пространственного вектора.

Если необходимо произвести вынос контрольных точек по проектным координатам, они предварительно заносятся в электронную в базу данных прибора. При позиционировании прибор выдает отклонения точки позиционирования от проектного положения по каждой из трех ее координат. По этим данным производится точная доводка до проектного положения.

Достаточно эффективно в координатном режиме выносить строительные оси сооружения.

Опорные геодезические сети на строительных горизонтах создаются для обеспечения необходимых условий по выносу в проектное положение строительных осей и основных элементов строительных конструкций. Для рационального решения этих задач важным моментом является расположение центров пунктов, их количество, конструкция и методы закрепления выбираются в соответствии с условиями, а также иные, хорошо себя зарекомендовавшие на других подобных объектах (например, указанные на рис.4). Достоинством таких центров является возможность минимизации погрешностей за центрирование приборов и центра световозвращателя, а также возможность их закрепления вне зоны действия строительной техники (на элементах строительных конструкций).





Рис. 4. Вид центров геодезических опорных сетей (возможные варианты)

Эти сети создаются как плано-высотные с совмещенными центрами пунктов. Метод создания – линейно-угловое построение, возможно применение векторной многократной засечки в сочетании с методом «свободной станции».

Учитывая то, что в процессе строительства по мере увеличения массы объекта могут иметь место осадки и смещения фундаментов, для инженерно-геодезического обеспечения строительно-монтажных работ в качестве исходной геодезической основы служит опорная геодезическая сеть на нулевом горизонте, центры пунктов которой должны быть закреплены на элементах конструкций фундаментов сооружения. Из-за сложной геометрии строительных осей и элементов строительных конструкций на объекте их вынос в проектное положение рекомендуется производить координатным методом.

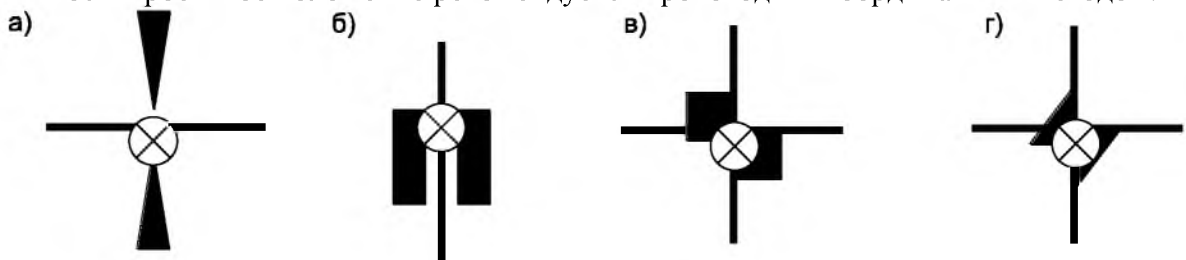


Рис.5 Виды марок для работы с электронным тахеометром

При работе электронных тахеометров с использованием свето возвращающих пленок центр марки обязательно должен быть зафиксирован из свето возвращающего материала, например, в виде рис. 5.

Литература

1. Подшивалов В. П. Теоретические основы формирования координатной среды для геоинформационных систем: научное издание. – Новополюцк: ПГУ, 1998. – 126 с.

2. Подшивалов В. П., Мкртычян В. В. Современные технологии инженерно-геодезического обеспечения строительства уникальных сооружений. Земля Беларуси: научно-производственный журнал. – 2017. - № 3. - С. 21-22

3. Подшивалов В. П., Нестеренок М. С., Мкртычян В. В. Геодезическое обеспечение строительства. Учебно-методическое пособие. - Минск. – БНТУ. - 2013. - 163 с.

История первых городских нивелирных работ Побединский Г. Г.

Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, Москва, Россия,
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

Исторические сведения о нивелировании

История нивелирных работ в России началась в середине XIX в. Начиная с 40-х годов XIX в., решение вопросов, связанных с созданием на территории России высотной опорной сети, отметки которой исчислялись бы от одного общего уровня, диктовалось широко развитыми к тому времени топографическими съемками Корпуса военных топографов (КВТ). Эти же вопросы неоднократно поднимались русскими учеными. Так, например, в 1862 г. Совет Русского географического общества (РГО), обсуждая проект О. В. Струве (1819 - 1905 гг.) о создании опорной нивелирной сети в Европейской России, признал необходимость организации таких работ как одну из важнейших задач картографирования страны. В связи с появлением способа изображения рельефа горизонталями, сменившего штриховой способ, более высокими стали требования к точности определения высот. Это вызвало необходимость повышения точности высотной опорной сети страны и отнесение ее к одному и тому же исходному уровню [28].

История развития нивелирных работ неоднократно рассматривалась в геодезической литературе, в частности в сборнике «О нивелирной сети СССР (К 100-летию создания высокоточной нивелирной сети)» [22], в работах «К 140-летию государственной нивелирной сети России» [27], «История создания и развития нивелирной сети России» [3]. Наиболее полно этот вопрос раскрыт в сборнике статей «О нивелирной сети СССР», подготовленном по материалам докладов научно-технической конференции, организованной 12 декабря 1977 г. Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР (ГУГК при СМ СССР), Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом при Академии наук СССР (ВАГО) и научно-техническим обществом «Горное» (НТГО) – предшественником Российского общества геодезии, картографии и землеустройства [22].

В 1871 – 1872 гг. геодезисты Корпуса военных топографов - капитан Николай Яковлевич Цингер и поручик Михаил Александрович Савицкий выполняли точное нивелирование вдоль Балтийской и Санкт-Петербургско-Варшавской железных дорог [Цингер 1878]. Осуществление этого проекта было начато Н. Я. Цингером (1842 - 1918 гг.) в июне 1871 г. проложением по только что построенной Балтийской железной дороге нивелир-теодолитных ходов, идея которых была предложена бывшим начальником Военно-топографического отдела (ВТО) Э. И. Форшем (1828 - 1896 гг.). Для этих работ им был сконструирован особый прибор нивелир-теодолит, позволяющий измерять горизонтальные углы с точностью 5-10", как обыкновенным теодолитом, а расстояния и превышения при помощи вертикальных углов, определяемых с точностью 2-4" по вертикальному сектору (вместо полного круга) [8, 23].



Рис. 1. Нивелир-теодолит конструкции Э. И. Форша, названный по имени изготовителя пулковского механика Г. К. Брауэра «Нивелир-теодолит Брауэра»

Проложенные в 1871 - 1872 гг. Н. Я. Цингером нивелир-теодолитные ходы по Балтийской и частично по Петербургской - Варшавской дороге от Динабурга (Двинск) до станции Лапы позволили ему установить точность определения высот и расстояний этим способом нивелирования. Точность таких ходов по его исследованиям характеризуется средней квадратической случайной погрешностью на 1 км хода порядка ± 10 мм [22, 30] при расстояниях от нивелир-теодолита до реек 210 м, что не превышало точности современного нивелирования IV класса.

Невысокая точность нивелир-теодолитных ходов, выполненных в 1871 - 1872 гг., послужила основанием для отказа от создания на территории России высотной сети проложением таких ходов и к переходу в дальнейшем к определению высот марок геометрическим способом при помощи нивелира, позволяющего получать горизонтальный луч визирования.

Отказ КВТ от нивелир-теодолитных работ и переход к геометрическому способу нивелирования для создания высотной опорной сети в стране соответствовал решению Международной геодезической ассоциации, которая еще в 1864 г. рекомендовала всем государствам, выполняющим геодезические работы в общегосударственных интересах, определять высоту опорной сети геометрическим способом со средней погрешностью $\pm (3-5)$ мм на 1 км хода. Такие требования к постановке нивелирных работ предусматривали использование их результатов не только для целей картографирования, но и в решении научных проблем, и в первую очередь для определения разностей уровней морей и океанов и изучения вертикальных движений земной коры [22].

В 1873 г. военные геодезисты А. М. Ленчевский, Н. А. Котовский и А. П. Федотов начали геометрическое нивелирование между Петербургом и Москвой. А. П. Федотов для сравнения работу проводил нивелир-теодолитом. Нивелирование линии закончилось в 1876 г. Точность геометрического нивелирования была невысокой и характеризовалась случайной погрешностью 6,2 мм на 1 км хода, а систематической - 0,9 мм. И все же по сравнению с нивелир-теодолитными ходами это были более точные работы. Начатые в 1873 г. работы по геометрическому нивелированию между Петербургом и Москвой принято считать началом создания государственной нивелирной сети России [3, 22].

Высоты геодезических и нивелирных пунктов в Российской Федерации отсчитываются от нуля Кронштадтского футштока. Необходимость замера уровня моря существовала очень давно. В России футшточную службу основал Петр I. Первый футшток появился в 1703 г. в Петербурге, а в 1707 г. была организована футшточная служба на острове Котлин. Систематические наблюдения за уровнем Балтийского моря на старейшем в мире Кронштадтском футштоке были начаты в 1825 г.

В 1825-1839 гг. гидрограф М. Ф. Рейнеке вывел средний уровень моря для нескольких мест Финского залива и заметил, что нули футштоков в этих точках располагались выше среднего уровня. Рейнеке предложил совместить средний уровень моря с нулями футштоков. В 1840 г. на граните были выбиты горизонтальные метки. Это нововведение позволяло проводить наблюдения за уровнем моря от одной нулевой отметки - Кронштадтского футштока. Медная пластина, обозначающая уровень Балтийского моря по наблюдениям, проведенным М. Ф. Рейнеке, была установлена первоначально, в 1886 г., профессором Ф. Ф. Витрамом, а позднее, в 1917 г. - Х. Ф. Тонбергом (рис. 2).

В 1949 г. пластина Тонберга была перекрыта предохранительной рамкой с надписью «Исходный пункт нивелирной сети СССР». За выносной репер Кронштадтского футштока принята горизонтальная высечка буквы «П» в слове «Польза» на постаменте памятника П. К. Пахтусову (рис. 3), расположенного около Итальянского дворца (Кронштадт), в котором когда-то находилось Штурманское училище. Здесь в 1816-1820 гг. П. К. Пахтусов проходил обучение. Превышения репера над нулем футштока по замерам в течение десятилетий подтвердили устойчивость метки Рейнеке 1840 г.



Рис. 2. Рейка футштока и пластина Тонберга (под предохранительной рамкой) исходного пункта нивелирования в России на Синем мосту в г. Кронштадте [4, 24]



Рис. 3. Вынесенный уровень Кронштадтского футштока на памятнике П. К. Пахтусову [4, 24]

Первая связь нуля Кронштадтского футштока с береговыми марками нивелирной сети была осуществлена в 1871-1872 гг. известным геодезистом Н. Я. Цингером. В дальнейшем она выполнялась по специальным программам и, как правило, эти работы предшествовали общему уравниванию нивелирной сети страны [4, 20, 22, 24].

Результаты первых нивелирных работ были обобщены в Каталоге высот русской нивелирной сети с 1871 по 1893 год составленном Станиславом Даниловичем Рыльке (1843-1899) [12]. Другим историческим документом о первых нивелирных работах был Атлас продольных профилей, представляющий собой «Опыт свода нивелировок Российской империи».

Атлас издавался в течение 1881-1882 годов в виде четырех отдельных томов (отделов). Отдел I содержит профили железнодорожных изысканий (издан в 1881 г.). Отдел II содержит продольные профили построенных железных дорог (издан в 1881 г.). Отдел III содержит продольные профили шоссейных дорог (издан в 1882 г.). Отдел IV содержит продольные профили рек и каналов (издан в 1882 г.). В 1883 г. в качестве дополнения к изданным отделам Атласа продольных профилей составлено «Оглавление», в котором по каждому из четырех отделов приведены не только поправки к отметкам высот, но и указаны также номера листов специальной карты Европейской России, на которых расположены профили. Эта карта была составлена и издана в 1864-71 гг. в масштабе 1:420 000 и состояла из 145 листов. Отметки высот в Атласе даны в сажнях и соответствуют: в I и III Отделах - поверхности земли, во II Отделе - поверхности полотна железных дорог и в IV Отделе обыкновенному уровню воды. Обработка материалов всех нивелировок, включенных в Атлас, непосредственно осуществлена выдающимся российским военным геодезистом Алексеем Андреевичем Тилло (1839 – 1899) [7].

Однако все перечисленные работы не касаются городских нивелирных работ. Городские нивелировки служили основой технически обоснованных планов хозяйственного развития городов, в основном для целей водоснабжения и водоотведения (строительства водопровода и канализации). В конце XIX века нивелирные работы с установкой нивелирных знаков были проведены практически во всех крупных городах

Российской Империи - в Санкт-Петербурге, Москве, Киеве, Риге, Варшаве, Одессе, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону, Омске. Одна из первых городских нивелирных сетей была создана в Санкт-Петербурге.

Высотная сеть Санкт-Петербурга

Первыми нивелирными работами на территории Санкт-Петербурга принято считать нивелировку генерал-квартирмейстера Фридриха Вильгельма Бауэра 1779 года.

После разрушительного наводнения 1777 года, унесшего жизни сотен человек и нанесшего огромный урон городу указом императрицы Екатерины II генерал-квартирмейстеру Ф. Б. Бауэру было поручено нивелировать территорию Петербурга для дальнейшей оценки ущерба и разработки методов ослабления негативных последствий нагонных наводнений. В результате были выполнены следующие задачи:

- на пострадавшие здания нанесены отметки критического подъема воды в городе;
- выполнено нивелирование подвергшихся затоплению в 1777-1795 гг. территорий города и составлен каталог меток наводнения, содержащий сведения о создании насыпей и «поднятии» некоторых улиц;

- составлен «План столичного города Святого Петра с показанием возвышения воды от бывшего в 1777 году сентября 10 дня наводнения на плане под номерами синею краскою означенными», на котором были указаны границы затопления города.

Впоследствии были определены границы подтопления при различных уровнях подъема воды, а также разработаны меры по минимизации разрушительных последствий наводнений: были подсчитаны объемы насыпей для защиты уже существующих зданий, созданы рекомендации по высотам фундамента проектируемых зданий и нормативы по строительству ливневых канализаций.

Техническое нивелирование центральной части города для целей водоотведения (строительства канализации) выполнялось в 1872-1876 гг. под руководством капитана Корпуса военных топографов Михаила Александровича Савицкого (рис. 4).



Рис. 4. Михаил Александрович Савицкий (1838-1908)

Генерал от инфантерии, военный топограф, член Русского астрономического общества, действительный член Русского географического общества, участник русско-турецкой войны 1877-1878 гг. Михаил Александрович Савицкий родился 8 ноября 1838 г., 2 ноября 1853 г. поступил в Школу топографии Военно-топографического Депо. Затем

были геодезическое отделение Академии генерального штаба и практический курс Пулковской обсерватории. В 1860-х годах принимал участие в обширных триангуляционных, астрономо-геодезических и хронометрических работах, проводимых под руководством известных русских ученых В. Я. Струве и О. В. Струве. После окончания 1870 г. Академии Генерального штаба выполнял триангуляционные и топографические работы в Тульской, Калужской и Оренбургской губерниях. В 1872-1874 гг. руководил созданием высотной основы Санкт-Петербурга. Знаки первой постоянной высотной основы в Санкт-Петербурге носят название «Марка Савицкого».

В 1872 г. строительной комиссией при Городской мэрии были заказаны следующие изыскания на средства города:

- составление плана части города Санкт-Петербурга между р. Большой Невой и Обводным каналом, в масштабе 25 саженей в дюйме;
- производство нивелировки улиц и площадей в той же части города и составление профилей пронивелированных улиц;
- закрепление на стенах зданий по улицам более 2 000 чугунных марок с определением их высот нивелировкой;
- определение живых сечений, скорости и расхода воды в реках и каналах на пространстве, для которого будет составлен план (между р. Большой Невой и Обводным каналом);
- бурение почвы в 46 местах, по указанию строительной комиссии, со сбором образцов грунта и составлением чертежей буровых скважин.

Всего было установлено 2 126 марок. Отлитая из чугуна марка имела вид круга, диаметром 4 дюйма (12 см), центр которого был обозначен маленьким крестом; сверху была отлита рельефная надпись «НИВЕЛЛИРОВКА 1872 г.», а внизу, также рельефными буквами — «Саж:» и «N» (рис. 5). Марки крепили («припечатывали») к стене двумя металлическими гвоздями. Высота в саженях, относящаяся к центру марки, а также номер марки, были написаны белой масляной краской, которая впоследствии истерлась. Нумерация марок была общей. Марки дублировались высечками на каменной облицовке домов, церквей, набережных и мостов.



Рис. 5. Марка нивелировки 1872–1874 гг. конструкции М. А. Савицкого

Капитан Савицкий, прежде всего, лично сделал нивелировку по главным линиям, охватывающим все пространство города, предназначенное к нивелировке. Он выполнил нивелирование линий протяженностью около 30 верст и определил высоты 200 чугунных марок, установленных в стенах зданий, которые были приняты за основу для одновременных работ в разных частях города, проводимых другими исполнителями.

В 2013–2016 гг. члены Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии совместно со студентами ряда вузов города и партнерами осуществили обследование сохранившихся марок. В ходе работ было найдено 76 марок. На 01.01.2023 г. их осталось 67, в том числе на улице Зодчего Росси - 4. Ассоциация прикладывает усилия, чтобы маркам Савицкого был присвоен статус объектов регионального культурного значения. На здании Александринского театра сохранилось 3 марки нивелировки М. А. Савицкого 1872 г.

Составленный по результатам нивелировки «План местности города С.-Петербурга между рекой Большой Невой и Обводным каналом, составленный в 1872 г. М. Савицким, изданный СПб городской управой» в масштабе 1:2 500, на 35 листах находится сегодня в Центральном государственном историческом архиве Санкт-Петербурга.

Нивелировку 1911 г. по заказу Комиссии по сооружению канализации и переустройству водоснабжения города Санкт-Петербурга проводили профессор Николаевской военной академии и Института инженеров путей сообщения, геодезист Дмитрий Дмитриевич Сергиевский (рис. 6) и преподаватель Николаевской инженерной академии Н. Н. Тихобразов.



Рис. 6. Дмитрий Дмитриевич Сергиевский (1867–1920)

Дмитрий Дмитриевич Сергиевский родился 10 марта 1867 г. в семье священника. Закончил Воронежскую классическую гимназию и физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета по отделению чистой математики. По окончании университета в 1889 году начал военную службу, выдержав офицерский экзамен при Михайловском артиллерийском училище. Окончил геодезическое отделение Николаевской академии генштаба в 1897 году по 1-му разряду. Д. Д. Сергиевский был в числе первых исследователей Курской магнитной аномалии, производил важные астрономо-геодезические работы, определял силу тяжести с использованием

маятникового прибора Штернека в Санкт-Петербургской, Псковской и Новгородской губерниях. 22 марта 1899 г. он назначен начальником экспедиции для производства градусных измерений на остров Шпицберген, организованной Русской и Шведской академиями наук. Вел активную педагогическую работу, занимая должности профессора в Николаевской военной академии, институте инженеров путей сообщения, Военно-инженерной академии.

В ходе нивелировки 1911 года было заложено 1 700 марок. Эти марки выполнялись из чугуна, имели квадратную с вогнутыми углами форму, так, что фигура отдаленно напоминала крест. В центре марки помещались две выступающих полочки, а между ними находилась небольшая выемка, что делало знак пригодным как для прямого визирования, так и для установки рейки при нивелировании. Каждая марка отливалась с собственным номером (рис. 7).



Рис. 7. Марка Сергиевского 1911 г

Нивелировка Москвы

История нивелирных работ в Москве достаточно подробно рассмотрена в работе «Нивелирная сеть Москвы» [11], в которой отмечалось, что на четырех наиболее древних планах г. Москвы 1600, 1739, 1760 и 1780 гг. элементы высот не показаны. До 1873 г. нивелирные работы в г. Москве осуществлялись на отдельных мелких участках и не были увязаны в единое целое. В 1873 г. в связи с развитием коммунального хозяйства города впервые была проведена систематизация ранее выполненных нивелирных работ с приведением их к одному общему уровню. За нуль счета высот был принят урез воды Москва-реки у Данилова монастыря, который вошел в историю высотного обоснования Москвы под названием «Московский нуль».

В середине XIX века в Москве возникла острая проблема сооружения жизненно важного общегородского объекта - водоканализационной системы, что требовало, прежде всего, наличия крупномасштабной карты города с метрическим изображением рельефа. Подобной карты Москвы тогда еще не было. В 1870 г. по инициативе городского головы, князя В. А. Черкасского, Московская городская управа приняла решение о необходимости создания соответствующей карты города. Собственного подразделения, которое могло бы выполнить поставленную задачу, в администрации города не было, поэтому, ввиду

высокой ответственности за качество такого произведения, Московская городская управа в 1870 г. объявила конкурс на его создание.

Несмотря на срочную необходимость получения точных данных о рельефе города, правительство Москвы больше трех лет не решалось выбрать исполнителя из пяти поступивших предложений-заявок. Наконец, 27 марта 1874 г. Московская городская управа, считая Константиновский межевой институт (КМИ) самым опытным и ответственным в городе геодезическим учреждением, подписала контракт на три года по съемке и нивелировке Москвы с его представителями, межевскими инженерами Н. Н. Смирновым, Д. П. Рашковым и А. П. Захаровым. Реальным руководителем-исполнителем проекта, из подписавших этот исторический контракт, пришлось быть только Д. П. Рашкову (рис. 8), жизненные пути А. П. Захарова и Н. Н. Смирнова оборвались на начальной стадии работ.



Рис. 8. Дмитрий Петрович Рашков (1831–1916) [13]

Российский геодезист и общественный деятель Дмитрий Петрович Рашков родился 25 января (6 февраля) 1831 года в Москве. В 1851 году окончил Константиновский межевой институт (1-й разряд, межевским инженером с чином подпоручика. Принимал участие в научных экспедициях, в том числе по исследованию аномалии силы тяжести в окрестностях Москвы, участвовал в астроопределениях в составе Сибирской экспедиции Русского географического общества, состоял при штабе генерал-губернатора графа Н. Н. Муравьева-Амурского, производил геодезическую съёмку бассейнов Ангары и Амура, стажировался в нескольких университетах и обсерваториях Западной Европы. С 1874 года и до конца жизни преподавал в Константиновском межевом институте.

В 1875 - 1879 годах руководил работами по съёмке и нивелировке Москвы. Созданный под его руководством «Нивеллирный план Москвы» (1:8 400 горизонтали проведены через 1 сажень) был издан в 1879 году, затем переиздавался (рис. 9). За этот план на Всероссийской промышленно-художественной выставке 1882 года в Москве Д. П. Рашкову был присужден диплом 1-го разряда.



Рис. 9. «Нивеллирный план Москвы» 1879 г.

В Очерке истории Константиновского межевого института с 1779 год по 1879 год [1] об этой работе сказано следующее. В 1974 году, при содействии управляющего межевой частью преподавателя геодезии института статские советники Смирнов и Рашков приняли на себя, по контракту с московской городской управой, производство съемки и нивелировки города Москвы.

Это была своего рода ученая экспедиция, произведенная силами института и нескольких межевых инженеров, в которой приняли участие и воспитанники инженерного отделения. Работы эти исполнены по почину бывшего московского городского головы князя В. А. Черкасского, он еще в 1871 году при содействии некоторых лиц, специально знакомых с делом, образовал совещательное собрание, на котором были выработаны основные положения для программы работ по составлению плана Москвы. На основании этих общих положений, межевными инженерами Смирновым, Рашковым и Захаровым была составлена подробная записка о съемке и нивелировке города, с исчислением расходов на производство работ. Но дело это оставалось без всякого движения до 1873 года, когда в городскую управу поступило еще три проекта по производству тех же работ. При рассмотрении всех четырех проектов, городская управа, не считая себя достаточно компетентною, чтобы высказать по ним окончательное заключение, обратилась к управляющему межевой части, с просьбой подвергнуть проекты обсуждению состоящих под его управлением специалистов. Сенатор Ржевский отозвался, что, по рассмотрении проектов межевными техниками, найдено: «что проект господ Смирнова, Рашкова и Захарова более других целесообразен» и что он «желая со своей стороны, оказать содействие к наилучшему достижению цели, предположенной общественным управлением города Москвы, признал возможным, если будет принят проект господ Смирнова, Рашкова и Захарова, разрешить господину Смирнову, как преподавателю геодезии в Константиновском межевом институте, пользоваться геодезическими инструментами межевых учебных заведений и помещением для чертежных работ». Что, в последствии, принесло городу до 8.000 рублей экономии. Кроме того, В. К. Ржевский нашел возможным, чтобы под надзором господина Смирнова по съемке и нивелировке занимались работами и «воспитанники, оканчивающие курс в инженерном отделении института».

Несмотря на то, что в управу после всего были представлены еще два проекта по тем же работам, она в марте 1874 года заключила контракт с господами Смирновым и Рашковым, Захаров отказался от участия в деле. По этому контракту управа постановила выдачу за работы денег, в количестве 26 300 рублей, в зависимости от Межевого института. Таким образом, это дело, сначала частное, обратилось в полуофициальное, производившееся под руководством институтских преподавателей, межевными инженерами и воспитанниками VIII класса института [1].

Контракт от 27 марта 1874 г. на сумму 26 300 руб. предусматривал выполнение производство съемки и нивелировки города Москвы в течение трех лет.

Нивелирные работы заключались в следующем. «С помощью геодезического нивелирования определены альтитуды 40 колоколен, относительно уровня Балтийского моря, а также и уровня реки Москвы, нижнего ее течения, под Даниловым монастырем. С этими альтитудами были связаны высоты различных цоколей и выступов зданий. Впоследствии эти цоколи были заменены особыми металлическими нивелирными марками, реперами, которые, в количестве 2 250 штук, были размещены на стенах городских зданий. Топографическое нивелирование примыкало к означенным реперам и производилось сомкнутыми полигонами, начиная с Кремля. Точность нивелировки не превосходила 0,01 сажени на версту.

Практически никого не удивляет тот факт, что высоты марок не написаны и не выбиты, а отлиты. В историческом документе «Доклад Московской городской управы о дополнительных работах по съемке и нивелировке города Москвы» сказано «Озабочиваясь сохранением реперов, намеченных к установке во время производства нивелировки Москвы, ввиду значения этих нивелирных знаков для других городских работ, Городская Управа обращалась в Думу с представлением о постановке металлических марок, взамен непрочных, временных нивелирных отметок, и об ассигновании на этот предмет 5000 рублей». И далее «Назначенные к постановке марки были в форме треугольника с округленными вершинами, размером 9 с половиной дюймов в основании и 5 дюймов в высоту, боковые стороны в 7 дюймов, а толщиной в четверть дюйма. Марки отливались из цинка и выкрашивались белой краской с рельефным синим ободком. В треугольнике оставлены 3 отверстия по углам, для гвоздей, и узкий прорез в середине, соответствующий нивелирной отметке; на лицевой же стороне марки отливались выпуклые цифры: год наложения марки, ее номер и высота данного места, соответствующая прорезу в середине марки, над уровнем Москвы реки у Данилова монастыря. Первые две цифры окрашивались в черный цвет, а последняя - в красный. Работа по постановке марок заключала в себе три операции: во-первых, - предварительное размещение отметок для них, во-вторых, - отливка марок согласно составленному списку, и, в-третьих, - установка их. Что касается размещения отметок, то оно производилось на основании уцелевших реперов и данных самой нивелировки; причем, в первом случае, репер переносился с найденного места на другое, на высоту человеческого роста, и помечался условным знаком красною чертою - R; при этом записывались нивелирные данные, высота места над рекою и над тротуаром, номер и название владения, на котором делалась отметка, и местность, на которой находилось это владение. Отлитые, согласно составленному таким образом списку, марки прибывались большею частью заподлицо со стеною здания; при этом отбивалась штукатурка или камень, в том размере и на ту глубину, как это требовалось размерами и толщиной марки; затем просверливались три отверстия в стене, в них загонялись деревянные пробки и уже в эти пробки вбивались ершовые гвозди, которыми прикреплялась марка. На зданиях же, сложенных из старинного кирпича или из плотного камня, а равно и на деревянных строениях, марки прибывались непосредственно к поверхности стены. Первые марки были установлены в Кремле» (рис. 10) [15].



Рис. 10. Нивелирная марка № 3 1877 года конструкции Д. П. Рашкова во дворе Оружейной палаты в Кремле [15]

Нивелировка Москвы стала основой создания выдающегося картографического произведения «Нивелирного плана Москвы 1879 г.» (1:8400, сечение горизонталей 1 сажень — 2,13 м). Размер карты 190x183 см, отпечатанна она была в 6 красок. К 225 летию МИИГАиК с помощью ПКО «Картография» была издана факсимильная копия этого произведения на шести листах.

В 2004 г. была восстановлена нивелирная марка № 2210 1877 года конструкции Д. П. Рашкова в стене часовни святого благоверного князя Даниила Московского. Эту работу выполнили сотрудники Мосгоргеотреста и мастерлитейщик А. В. Займалин под общим научным руководством профессора МГУ им. М. В. Ломоносова В. С. Кусова. 24 августа 2004 г. они укрепили точную копию марки № 2210 строго на той же высоте (рис. 11, 12). Архимандрит Алексей (Поликарпов), наместник Данилова монастыря в присутствии геодезической общественности Москвы и прессы торжественно ее освятил и вручил памятные грамоты геодезистам, принимавшим непосредственное участие в работах по ее воссозданию. Аналогичная нивелирная марка № 500 была торжественно открыта в здании МИИГАиК на Гороховском переулке 25 мая 2004 г. (рис. 13). Теперь эти марки не только являются объектом культурного наследия, но и включены в базу данных современной нивелирной сети Москвы [6, 13].



Рис. 11. Восстановленная нивелирная марка № 2210 1877 года конструкции Д. П. Рашкова в стене часовни святого благоверного князя Даниила Московского



Рис. 12. Восстановленная нивелирная марка № 2210 на южной стене часовни святого благоверного князя Даниила Московского [13]



Рис. 13. Восстановленная нивелирная марка № 500 1877 года конструкции Д. П. Рашкова в стене здания Московского государственного университета геодезии и картографии, Гороховский переулок, дом 4 [15]

Нивелировка Москвы проводилась и в другие годы. В 1901 г. в связи с расширением работ по благоустройству города (строительства 2-й очереди канализации) потребовалось расширить высотную сеть. Стало очевидным, что нивелирование на такой большой территории нуждается в более высокой точности работ. Было принято решение произвести прецизионное нивелирование в Москве.

Нивелирование 1901 г. проводилось в прямом и обратном направлениях, 108 км ходов этого нивелирования были закреплены 35 марками и образовали 11 замкнутых полигонов. Нивелирование выполнялось в соответствии с «Инструкцией Генерального Штаба» 1881 г. и характеризуется средней квадратической погрешностью $\pm 2,74$ мм на 1 км хода. Работа была начата 25 сентября и окончена 8 ноября 1901 года. В мае и июне 1902 года были установлены специальные марки и в конце июля закончены дополнительные хода и привязки марок к реперам. Непосредственными исполнителями прецизионного нивелирования 1901 г. были К. А. Цветков (рис. 14), Н. А. Головин, Д. И. Ковальский и М. А. Цветков [11, 14, 16].



Рис. 14. Константин Алексеевич Цветков (1874 –1954)

Российский и советский астрономо-геодезист, профессор Константиновского межевого института, Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъёмки и картографии, Заслуженный деятель науки и техники РСФСР Константин Алексеевич Цветков родился 10 мая (28 апреля по старому стилю) 1874 года в городе Чернигове в семье черниговского топографа Алексея Сергеевича Цветкова и Елизаветы Эммануиловны Милорадович.

В 1896 году окончил Московский межевой институт. Константин Алексеевич получил звание межевого инженера, окончил курсы по математике при Московском университете и после службы в армии в 1902 году начал педагогическую деятельность в родном институте, в котором преподавал вплоть до 1951 года. В 1899 году принимал участие в первой полярной экспедиции первого русского ледокола «Ермак» под руководством адмирала С. О. Макарова [25]. Совместно с купцом Таубером создал оптико-механическое объединение «Таубер, Цветков и Ко», которое до октябрьской революции выпускало геодезические инструменты и оптические приборы. В 1917 году К. А. Цветкову присвоено звание профессора.

С 1897 по 1951 гг., занимался высокоточным нивелированием г. Москвы и области и привлекал к этому студентов, руководил подмосковными студенческими практиками. С 1942 по 1954 год работал в Центральном научно-исследовательском институте геодезии, аэрофотосъёмки и картографии. Его именем в 1936 г. астроном Авсюк назвал на восточном побережье Таймыра мыс, косу и реку южнее бухты Марии Прончищевой.

Нивелирование 1901 года выполнялось принадлежащими Константиновскому межевому институту инструментами:

- два нивелира Бамберга с уровнем, прикрепленным к трубе, тремя нитями и элевационным винтом при уровне;
- четыре односторонние тавровые рейки длиной каждая 1.5 сажени, разделенные через 0.002 сажени с круглыми уровнями
- четыре чугунных башмака, каждый на 3-х длинных ножках.

Для привязок к маркам употреблялись специальные рейки, которые на особом штифте вешались на марку. Рейки эти разделены через 0.01 сажени.

По результатам нивелирных работ 1901-1092 годов был издан каталог и схема, опубликованные в «Памятной книжке Константиновского межевого института за 1901-1902 год» в статье «Прецизионное нивелирование в городе Москве» (рис. 15, 16) [29].

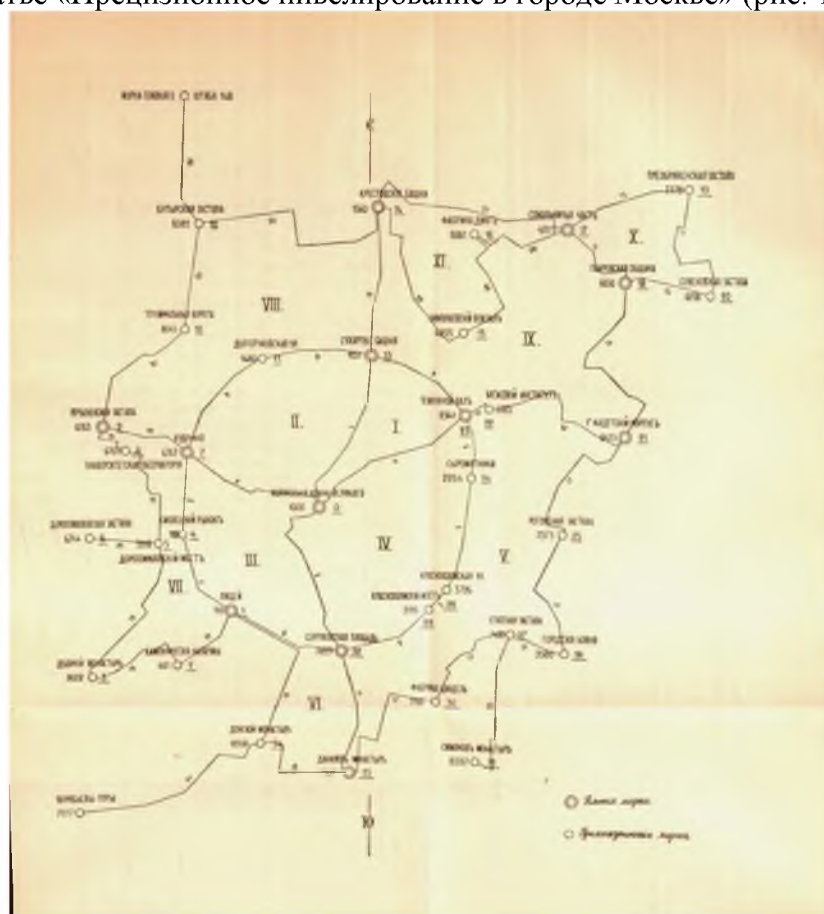


Рис. 15. Схема нивелирования 1901 г. [29]

Каталогъ высотъ марокъ.

№ марки.	Мѣсто нахождения марки.	Высота отъ уровня рѣки Москвы.	Высота отъ уровня Балтійскаго моря.
0	Колокольня Ивана Великаго	15.382 _а	69.875 _а
1	Лицей Цесаревича Николая. Главное здание	7.403 _с	61.396 _а
2	Хановническія казармы.	8.454 _а	62.447 _а
3	Ново-Дѣвичій монастырь. Ворота.	9.104 _б	68.096 _а
4	Уголъ Арбата и Смоленскаго рынка, домъ Савостьянова.	13.108 _а	67.101 _а
5	Дорогомиловскій мостъ. Устой со стороны Смоленскаго провада; лѣвый бокъ.	5.974 _с	59.987 _а
6	Дорогомиловская застава. Кордегардія.	8.740 _с	62.783 _а
7	Кудринская площадь; домъ Кантъ.	17.106 _а	71.099 _а
8	Университетская обсерваторія. Сѣверная стѣна здания меридіаннаго круга.	15.140 _б	69.132 _а
9	Прѣсенская застава. Большая Прѣсна, домъ Сивридонова.	16.239 _б	70.231 _а
10	Триумфальная арка; внутренній провадъ.	19.252 _а	73.245 _б

Рис. 16. Каталог нивелирования 1901 г. [29]

Для вычисления высот марок и реперов за высоту репера № 1000 на колокольне Ивана Великого принято 14,776 сажень, которая выражает высоту репера над уровнем реки Москвы под Даниловым монастырем, полученная прежними нивелировками. Высота марки № 0, рядом с репером № 1000 15,382 сажень. За высоту марки Главного Штаба № 148 установленной на устое моста Октябрьской железной дороги на Дмитровском шоссе принято, согласно каталога Рыльке [12], 75,275 сажень. Эти данные использованы для составления двух каталогов высот марок и реперов от уровней реки Москвы и Балтийского моря [29].

Нивелирование 1901 г. было привязано к реперу № 1000, заложенному в колокольне Ивана Великого и имеющему отметку, вычисленную от «Московского нуля», а кроме того, и к государственному нивелированию Генерального штаба – марке № 148, укрепленной на устье моста Октябрьской железной дороги на Дмитровском шоссе.

В статье «Прецизионное нивелирование в городе Москве» [29] приведено описание двух типов нивелирных марок.

Репер ГК (городская канализация) состоит из чугунного круга 4,3 дюйма в диаметре с выступом для постановки рейки, вверху которого выбит № репера, а внизу буквы Г.К. Выступ состоит из двух чугунных пластин в форме четверти круга, соединенных между собой под углом около 120 градусов и прикрепленных к кругу так, что ребро угла выходит как будто из центра круга, а каждая пластина составляет с вертикальным диаметром его угол в 60 градусов, длина ребра 1,5 дюйма; ребро соединенных пластин отшлифовано в плоскость и нивелировкой определяется высота этой плоскости (рис. 17, 18). Репер снабжен хвостом, которым он закрепляется в каменных стенах зданий на высоте 0,1-0,3 сажени от тротуара [14, 29].

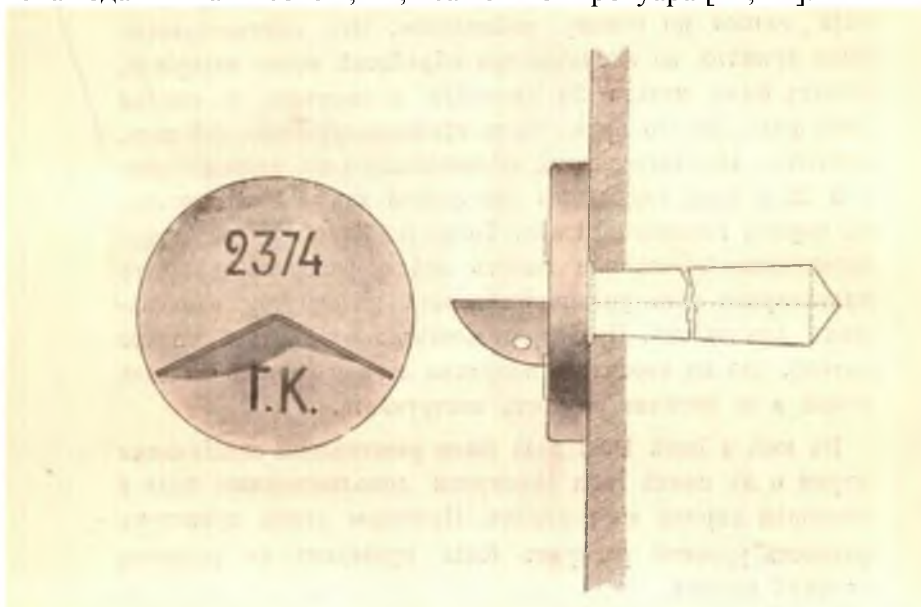


Рис. 17. Чертеж репера ГК [29]



Рис. 18. Репер ГК 3805 [14]

Нивелирная марка «Нивелировка гор. Москвы 1901 г.» представляет собой чугунный круг диаметром 6,6 дюйма. В средней части его находится отшлифованная круглая плоскость в центре которой просверлено цилиндрическое отверстие диаметром 0,001 сажен и длиной 0,6 дюйм. Центр этого отверстия - точка, высота которой подлежала определению. В верхней части марки имеется надпись «Нивелировка гор. Москвы 1901 г.», а в нижней - номер марки. Для предохранения отверстия от ржавчины оно закрыто воском. Круг снабжен чугунным хвостом, четырехгранной формы к концу расширяющимся, толщина его у основания 1,2 дюйма, у конца 1,5 дюйма, длина 8,4 дюймов (рис. 19, 20). Такая форма хвоста, обычно употребляющаяся, держит заложенную в стене марку очень плотно, материалом для закрепления марки в пробитой дыре служила сера. Марки ставились на высоте 0,7-0,8 сажен от тротуара [29].

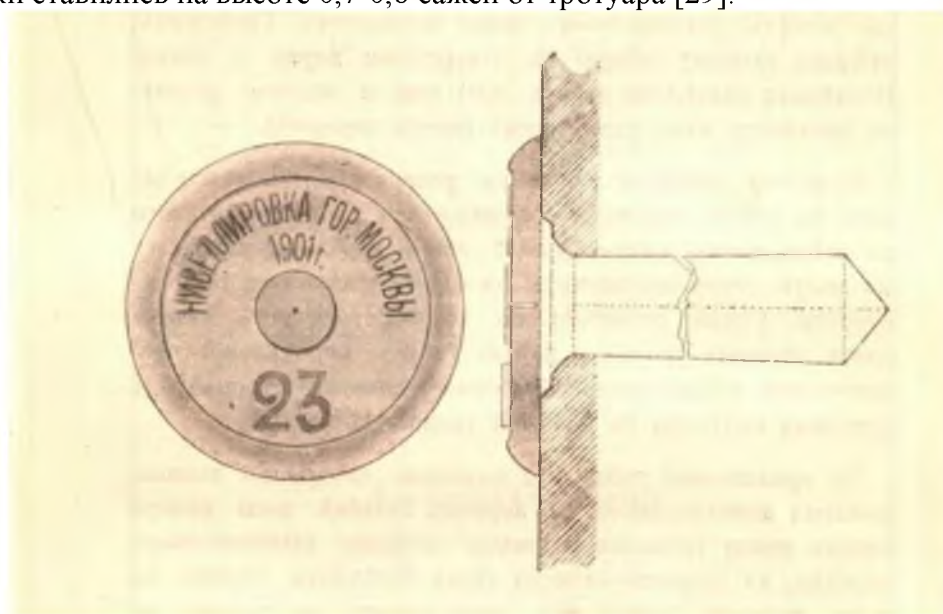


Рис. 19. Чертеж марки «Нивелировка гор. Москвы 1901 г.» [29]



Рис. 20. Нивелирная марка № 36 нивелирования 1901 года [16]

Первая нивелировка в городе Омске

История первой нивелировки в городе Омске подробно рассмотрена в работе «Истоки омской геодезии и знаки первой городской нивелировки» [2]. Первая нивелировка в городе Омске, выполнена в 1898 г. Она послужила началом технически обоснованного хозяйственного развития города.

Среди любителей городских «деталей» были популярны публикации в соцсетях фотографий нивелирных марок Омска первой половины XX века. Тиражировались и первые страницы каталога нивелирных марок. В 1898 г. Военно-топографическому отделу Омского военного округа (ВТО) была поручена подробная топографическая съемка Омска. Для этого одновременно со съемкой отдел ВТО выполнил и подробную нивелировку всего города [21]. Желая получить наибольшую достоверность результатов, топографы предварительно проложили две «круговые» (замкнутые) линии в обеих частях города - на правом и левом берегу реки Омь. Невязка замкнутого хода по левому берегу составила +0,002 сажени (около 4 мм), по правому берегу оказалась нулевой. Дальнейшая нивелировка по всем продольным и поперечным улицам опиралась на эти «круговые» линии. Максимальная погрешность определения высоты в узлах сети составила $\pm 0,004$ сажени.

Для выполнения работ использовался нивелир Вольфрама. Нивелирные рейки были раздвижными, двухсаженными (более 4 м) и при нивелировании устанавливались на чугунные башмаки. Сотые доли сажени на рейках были разделены на пять частей, таким образом, достигалась точность отсчитывания в 0,001 сажени. Для закрепления линий нивелирования в качестве реперов было заложено 60 металлических марок в стены каменных зданий и цоколи фундаментов, а также сделано 144 метки на деревянных зданиях.

Исходным пунктом нивелировки служила третья ступень северной паперти Никольской церкви, высота которой была определена по результатам Сибирской нивелировки Императорского Русского географического общества (ИРГО) 1875–1876 гг. За начало отсчета высот была принята свая № 1 водомерного поста на реке Омь. Таким

образом, отметки всех знаков в каталоге, изданном по результатам этой работы, означают высоту знака над уровнем реки.

Нивелирные ходы образовывали сеть, но кроме этого был проложен и висячий ход до станции Омск, где в стену здания вокзала была заложена одна из нивелирных марок. Это было сделано с учетом возможной будущей нивелировки по Западно-Сибирской железной дороге - в те годы уже прокладывалась линия государственного нивелирования от Самары к Уфе.

Магистральные линии были пройдены дважды: в прямом и обратном направлениях – это были «круговые линии» и линии, где «большое и непрерывное движение публики заставляло опасаться за точность отсчетов». Общая протяженность нивелирных линий составила 97 верст 480 сажень (103,450 км). Число станций нивелирования составило 1400, т. е. расстояние между станциями в среднем не превышало 74 м.

По данным выполненной нивелировки был составлен нивелирный план города Омска (отличался от обычного плана наличием горизонталей). На этом плане рельеф города был отображен в горизонталях, проведенных через $\frac{1}{2}$ сажени (1 м). Для расчета горизонталей использовались высоты марок, меток и промежуточных штативов нивелирных ходов. А на тех участках города, где линий нивелирования не было, положение горизонталей определяли по данным съемки, выполненной топографами ВТО одновременно с нивелировкой.

Производителем работ по нивелировке города Омска был классный военный топограф Александр Александрович Александров (рис. 21).



Рис. 21. Александр Александрович Александров (1858 – 1920)

Военный топограф Александр Александрович Александров родился 25 марта 1858 году в городе Игумен Минской губернии. На службу поступил 10 апреля 1878 года в учебную команду Корпуса военных топографов нижним чином на правах вольноопределяющегося. В 1880 году А. А. Александров получил чин унтер-офицера. Затем Александр Александрович выдержал экзамен по установленной программе на производство в классный чин и в 1883 году был произведен в коллежские регистраторы.

Он работал на съемках в Курляндии и юго-западном пограничном пространстве Российской империи, занимался мониторингом ледников Тянь-Шаня и определением координат вершины главного пика горного массива Хан-Тенгри. В 1898 г. выполнил нивелировку города Омска, которая стала первой в Сибири надежной, достоверной и закрепленной на местности. После этого Александров плодотворно работал на так называемой степной нивелировке по маршруту Омск - Верный - озеро Балхаш - Семипалатинск - озеро Зайсан (рис. 22) [26].



Рис. 22. На степной нивелировке (А.А. Александров второй справа).
Источник: Геодезический и картографический журнал, № 10 за 1911 г. [2]

Суммарно длина нивелирных линий, проложенных Александром Александровичем, составляет 3 521,7 км двойных ходов и 2 247,4 км одинарных. На этих линиях нивелирования им было заложено 708 высотных знаков, имевших принципиальные отличия от всех прочих. Биография А.А. Александрова приведена в работе «Пионер точной сибирской нивелировки А.А. Александров» [26].

Первые известные нивелирные марки Омского ВТО появились в 1898 г. в Омске при выполнении городской нивелировки. Они отливались из цинка, имели форму треугольника и крепились к стене тремя «ершовыми» гвоздями (рис. 23). В этом отношении марки копировали знаки первого нивелирования города Москвы, заложенные Д. П. Рашковым в 1877-1878 гг. Однако лицевая часть знака была принципиально другой. Носителем высотной отметки служила горизонтальная черта выпуклого креста в середине марки. Над крестом помещался год заложения знака, под крестом - его номер. По левую и правую стороны от креста размещались буквы «Н.М.», что означало «нивелирная марка». В верхней части марки был подписан год выполнения нивелировки «1898», а в нижней части – номер марки. Помимо заложенных металлических марок было сделано 144 метки (это могли быть вбитые в стену гвозди либо пометки краской) на деревянных строениях. По естественным причинам эти метки не сохранились до наших дней.



Рис. 23. Марка № 7 нивелировки города Омска 1898 г. [2]

В 2022 г. в историческом архиве города Омска была обнаружена работа А. А. Александрова «Нивелировка города Омска, произведенная по поручению Военно-топографического отдела Омского военного округа классным военным топографом А. Александровым в 1898 г.» [21], содержащая каталог нивелировки 1898 г. подробные описания мест установки марок и описание методики работ.

В работе «Истоки омской геодезии и знаки первой городской нивелировки» [2] описан комплекс работ по восстановлению истории нивелировки г. Омска. На первом этапе обследования была составлена схема расположения нивелирных марок с использованием технологий API web-сервиса Яндекс.Карты (рис. 24).

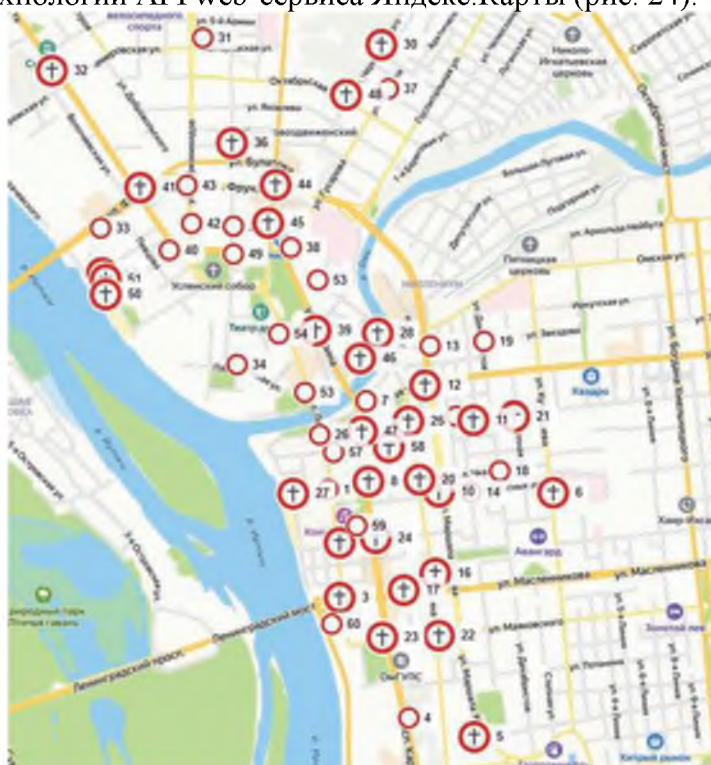


Рис. 24. Схема расположения марок нивелирования г. Омска 1898 г.
Крестами обозначены марки, утраченные вместе со зданиями [2]

В ходе камерального анализа обозначенных Александровым мест заложения марок было установлено, что к 2023 г. утрачены минимум 33 знака. Здания, на которых они были установлены, не сохранились. Анализ выполнялся с использованием планов города Омска, изданных в 1911 и 1913 гг., путем сопоставления расположения улиц и застройки на момент закладки знаков с их современным состоянием. Некоторые здания постройки XIX века были утрачены еще до середины прошлого столетия вследствие развития и расширения города. Другие - уничтожены пожарами, временем или снесены.

Полевое обследование сохранившихся зданий было выполнено в течение декабря 2022 г. К сожалению, в результате пришлось констатировать, что ни одна марка первой нивелировки Омска не сохранилась. Марка под номером 7 располагалась в стене здания городской думы, но после реконструкции его фасада была утеряна. Снимок сделал С. Сапоцкий в 1971 г. по просьбе историка Ирины Григорьевны Девятьяровой в рамках подготовки телепередачи об архитектуре Омска. Имеющаяся фотография, по всей видимости, единственная, где знак изображен крупным планом [2].

Нивелирные марки конца XIX века – памятник инженерно-геодезической истории Нижнего Новгорода

В 2022 году на Всероссийских XLVI Добролюбовских чтениях и на 493-х Краеведческих чтениях в Нижнем Новгороде впервые были сделаны сообщения об обнаружении на стенах исторических зданий Усадьбы Рукавишниковых и красных казарм нивелирных марок конца 19 века [18, 19]. История работы по нивелировке Нижнего Новгорода в 1896-1899 гг. впервые представлена геодезической общественности на I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Геофорум. Нижний Новгород» в докладе «Нивелирные марки конца XIX века - памятник инженерно-геодезической истории Нижнего Новгорода» [17].

В стенах исторических зданий Нижнего Новгорода сохранились металлические стенные знаки оригинальной, более нигде в России не встречающейся конструкции (рис. 1). К настоящему моменту выявлено тридцать одно местоположение таких знаков, все они в пределах Нижегородского района города (рис. 25). Это чугунные прямоугольники высотой 7,5 см и шириной 11,5 см. Посередине, по горизонтали, знак разделен невысоким полуваликом. В центре каждой из получившихся половин в отливке оставлено по овальному отверстию: большее вверху и меньшее внизу. В отверстиях видны латунные таблички, заложенные с обратной стороны. На табличках выбиты цифры. Кроме того, нижняя половина основного прямоугольника содержит вылитую и единую для всех знаков информацию: «№ [отверстие] Н. 96 г.». Внешний вид позволил предположить, что это нивелирные знаки и что появились они в результате нивелирных работ 1896 года.



Рис. 25. Внешний вид металлического стенного знака [17]

Летом 1896 года Нижний Новгород принимал XVI Всероссийскую промышленную и художественную выставку. Незадолго до ее открытия на заседании Городской думы 7 марта 1896 г. выступил ее гласный, доктор и председатель Нижегородской санитарной комиссии Василий Васильевич Баулин. Он заявил: «Пора начать работы по вопросу канализации города. Выставочный год особенно удобен для начала этих работ. В Нижний съедутся гидротехники, специалисты по канализации городов. На выставке, как мне известно, будут выставлены модели аппаратов, образцы труб, детальные чертежи канализационных сооружений, подробные сметы по канализации Киева и, вероятно, будут экспонированы также канализации Одессы, Ялты и Варшавы. Не лишним считаю сообщить вам, что соседка наша Казань поручила профессору инженеру Чижову в С.-Петербурге, за три тыс. рублей, составление плана нивелировки города, плана канализационной сети и всего канализационного устройства, а также подробную смету стоимости всей канализации в г. Казани».

Городская дума постановила: «Признавая вопрос об устройстве канализации подлежащим немедленной и тщательной разработке, в техническом и хозяйственном отношении, и возлагая это дело на санитарную комиссию, дума ассигнует ей, для этой цели, из указанного в докладе денежного источника, сумму до пяти тысяч (5 000) рублей».

В июне инженер-гидротехник, профессор Санкт-Петербургского института гражданских инженеров Николай Клавдиевич Чижов и инженер-технолог Пётр Филиппович Горбачев были приглашены В. В. Баулиным в Нижний Новгород. Они осмотрели город и ознакомились с материалами городской управы. На заседании Нижегородской санитарной комиссии 27 июня 1896 г. инженеры представили «Записку о канализации Нижнего Новгорода вообще и о предварительных работах и изысканиях, необходимых для составления проекта канализации». Там они отдельно отметили, что «Имеющийся нивелировочный план города приспособлен для водопроводной сети и недостаточно полон <...>. Так как, кроме того, при нивелировке не было установлено сети постоянных точек (реперов) по всему городу, то эту нивелировку нужно считать, к сожалению, потерянной для города, и при выполнении канализации придется произвести новую, с заделкой реперов в стены каменных домов, примерно, через каждые 50 сажен. В виду изложенного, первой и самой существенной работой должна быть подробная нивелировка всего города с отметками песков и несколькими профилями выгонных земель, связанных с городской нивелировкой» [17].

30 ноября 1896 года работы по нивелировке Нижнего Новгорода взял на себя Дмитрий Александрович Вернер, ученик Н. К. Чижова в Санкт-Петербургском институте гражданских инженеров (рис. 26). Вернер обязался предоставить результаты к 1 июня 1897 года. Однако работы, «требовавшие весьма аккуратного и тщательного исполнения», были закончены им с задержкой, только к весне 1899 года. Кроме того, в этом деле принял участие архитектор П. А. Домбровский. Н. К. Чижов, вновь приехав в Нижний Новгород летом 1899 года, высоко оценил сделанную работу: «Все необходимые данные собраны с полным вниманием и весьма большой тщательностью; громадный труд по нивелировке города выполнен гражданскими инженерами Вернером и Домбровским образцово, в форме весьма удобной для пользования и притом также весьма тщательно; все желательное собрано в гораздо большем количестве, чем можно было ожидать. Все собранные материалы вполне отвечают программе, составленной г. Чижовым совместно с инженером Горбачевым в 1896 году, имеют серьезное значение и являются вполне достаточными для составления проекта канализации города» [17].



Рис. 26. Дмитрий Александрович Вернер (1873 – 1925).
Рисунок В. Г. Каркарьяна [9]

Известный российский архитектор, гражданский инженер, Нижегородский, а позднее Самарский и Омский городской архитектор Дмитрий Александрович Вернер родился 23 апреля 1873 г. в городе Орле в семье отставного штабс-капитана, уроженца Петербургской губернии Александра Ивановича Вернера. Окончив в 1896 г. Санкт-Петербургский институт гражданских инженеров поступил на должность младшего инженера строительного отделения Нижегородского губернского правления.

Разработал проект и возвёл в «древнерусских» формах церковь приюта Кутайсовых на углу пл. М. Горького и ул. Новой (не сохранилась). В 1896-1899 годах выполнял работы по нивелировке Нижнего Новгорода. В 1902 – 1906 гг. Д. А. Вернер - городской архитектор Нижнего Новгорода. В 1904 - 1905 годах Д. А. Вернер на Благовещенской площади надстраивает здание гостиницы «Россия». Приспосабливает общественный корпус Верхнепосадских рядов под городскую публичную библиотеку (ул. Большая Покровская, 2) В круглых нишах «портика», устанавливает бюсты А. С. Пушкина,

Л. Н. Толстого, Ф. М. Достоевского. Эту работу Д. А. Вернер не завершил. В 1906 году он уезжает из города.

В 1909 г. получил пост городского архитектора в Самаре, с 1914 до 1918 г. состоял главным инженером по постройке Самарского Сергиевского завода взрывчатых веществ. После ликвидации завода Дмитрий Александрович с отступающими частями белой армии был эвакуирован из Поволжья на восток, оказавшись в результате, в Омске осенью 1918 г., со своей многочисленной семьей – супругой Анной Дорофеевной, детьми Александром, Ольгой, Анной, Николаем, Сергеем, Натальей и Дмитрием (рис. 27). В 1919 г. Заведующий строительством и благоустройством Омской управы. В 1921 г. исполняющий обязанности омского губернского архитектора. Д. А. Вернер автор проекта города-сада Омска, который был фактически реализован в 1950-х. [9, 10].



Рис. 27. Дмитрий Александрович Вернер в кругу семьи

Сохранившиеся в стенах исторических домов Нижнего Новгорода (рис. 28) геодезические знаки оригинальной конструкции появились в результате нивелирных работ 1896-1899 гг., целью которых была подготовка проекта первой нижегородской канализации. Автором конструктивного решения нивелирных марок был либо профессор Н. К. Чижов, либо гражданский инженер Д. А. Вернер. Первая очередь нижегородской канализации, основанной на проекте Н. К. Чижова и нивелировочных работах Д. А. Вернера, была построена в 1914-1916 годах. И, хоть сам проект канализации или нивелировочные планы пока не найдены, местоположение оригинальных геодезических знаков соотносится с рисунком запланированной и построенной канализационной сети (рис. 29). Если числа в нижних окнах нивелирных марок несомненно обозначают порядковый номер, то немногие сохранившиеся значения сверху должны быть высотой «над ординаром Волги» [17].

1	35	???	Малая Покровская, 31
2	111	6.945	Нижне-Волжская набережная, 1А
3	112	6.925	Нижне-Волжская набережная, 1А
4	114	6.900	Нижне-Волжская набережная, 5
5	117	обломок	Нижне-Волжская набережная, 12
6	141	пусто	Октябрьская (Большая Покровская, 18)
7	300	пусто	Пискунова (Верхне-Волжская набережная, 7)
8	323	обломок	Минина, 39 (лавка)
9	330	обломок	Нестерова, 39
10	364	обломок	Гоголя, 26
11	389	обломок	Кладовая башня кремля
12	442	обломок	Маслякова (Малая Ямская улица, 2/32)
13	443	обломок	Маслякова, 22
14	577	обломок	Чернышевского, 12
15	588	обломок	переулок Вахитова (Рождественская улица, 12Б)
16	687	пусто	переулок Вахитова (Нижне-Волжская набережная, 12)
17	725	обломок	Грузинская, 40
18	???	???	Ильинская, 79
19	???	???	Володарского (Варварская, 42)
20	???	обломок	Ярославская, 12
21	???	обломок	Урожайный переулок (Сергиевская, 25)
22	???	обломок	Плотничный переулок, 10
23	???	обломок	Городецкий переулок, 2
24	???	пусто	Алексеевская (Звездинка, 40/51)
25	???	обломок	Ульянова, 11
26	обломок	обломок	Грузинская, 11
27	обломок	обломок	Нижне-Волжская набережная, 15
28	обломок	обломок	Нижне-Волжская набережная, 17
29	обломок	обломок	Черниговская, 7Г
30	обломок	обломок	Большая Печёрская, 41 (ограда)
31	обломок	обломок	Фрунзе, 57

Рис. 28. Перечень сохранившихся стенных знаков [17]



Рис. 29. Местоположение сохранившихся нивелирных знаков [17]

Заключение

В работе «Исследование городской нивелирной сети для оценки развития длительных осадок исторической застройки Санкт-Петербурга» [5] представлены результаты основных нивелирных работ, выполненных в исторической части Санкт-Петербурга с 1779 года. Рассмотрена система их привязок к единому исходному уровню и приведены результаты оценки развития длительных осадок исторических зданий в Санкт-Петербурге. На рисунках 30-33 приведены графики развития осадок зданий Адмиралтейства, Государственного Эрмитажа, дома № 28 на Дворцовой набережной и Михайловского театра за 131 год.

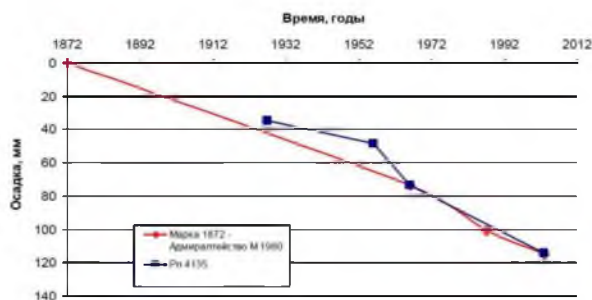


Рис. 30. Осадки северо-восточной стены здания Адмиралтейства и репера № 4135, расположенного вблизи марки Савицкого № 1980 [5]



Рис. 31. Осадки здания дома № 28 на Дворцовой набережной и репера № 6953, расположенного вблизи марки Савицкого № 1169 [5]



Рис. 32. Осадки здания Государственного Эрмитажа (д. № 36 на Дворцовой набережной) и репера № 6748, расположенного вблизи марки Савицкого № 1169 [5]

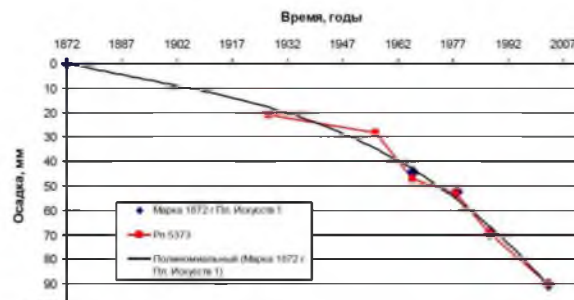


Рис. 33. Осадки здания Михайловского театра (д. № 1 на площади Искусств) и репера № 5373, расположенного вблизи марки Савицкого № 2109 [5]

В работе «Исследование городской нивелирной сети для оценки развития длительных осадок исторической застройки Санкт-Петербурга» [5] сделан обоснованный вывод о необходимости создания городской геотехнической базы данных, что для города с большим количеством объектов культурного наследия просто необходимо для их сохранения, а также будет полезно структурам МЧС, органам Госархстройнадзора, Росохранкультуры и администрации города.

На основе созданной геотехнической базы данных целесообразно выявить полный перечень исторических зданий, которые накопили за последние 50-70 лет значительные осадки, и выполнить комплексное обследование их надземных конструкций, фундаментов и оснований. Также представляется целесообразным дополнительное размещение геодезических пунктов нивелирной сети на основных городских памятниках архитектуры.

Таким образом, нивелирные марки и каталоги их высот, крайне важно не только сохранить как исторические объекты инженерной инфраструктуры города, для недопущения их полного исчезновения, как это произошло в г. Омске.

Нивелирные работы, выполненные в исторической части города должны привязаны к единому исходному уровню и использованы для оценки развития длительных осадок исторических зданий.

Литература

1. Апухтин А. Л. Очерк истории Константиновского межевого института с 1779 год по 1879 год. - Санкт-Петербург. - тип. В. С. Балашева. - 1879. - 350 с.
2. Барков Р. Р., Дидикова А. Г. Истоки омской геодезии и знаки первой городской нивелировки // Геопрофи. – 2024. - № 1. – С. 32-40.
3. Басманов А. В. История создания и развития нивелирной сети России // Физическая геодезия. Научно-технический сборник ЦНИИГАиК. – Москва. - Научный мир. - 2013. - с.151-163.
4. Богданов А. С. Санкт-Петербург геодезический. Маршрут первый // Геопрофи. – 2023. - № 6. – С. 28-40.
5. Васенин В. А. Исследование городской нивелирной сети для оценки развития длительных осадок исторической застройки Санкт-Петербурга // Журнал «Инженерные изыскания». - 2013. - № 4. - С. 44-53
6. Вестник геодезии и картографии. - 2004. - № 9(45). - С. 6
7. Гурин А. Ю., Гусев Ю. С., Побединский Г. Г. Историческое наследие в изучении рек Российской империи (К 125-летию издания «Атласа продольных профилей нивелировок» Российской империи XIX века) // Великие реки–2006: Генеральные доклады, тезисы докладов международного научно-промышленного форума. Нижний Новгород, 25–29 мая 2006 г. – Нижний Новгород. - ННГАСУ. - 2006. - С. 315 - 316. - EDN: [XOHPLV](#)
8. Гусев Ю. С. Русские механики от геодезии XIX-XX века // Кадастр недвижимости. - 2016. - № 2 (43). - С. 89-93. EDN: [WISBOJ](#)
9. Иванова М. Архитектор Дмитрий Александрович Вернер (1873–?) // Мастер'Ок. - 2011. - № 2 (7). – С. 8-11
10. Изотенко С. В., Храпова Н. С. Архитектор Дмитрий Вернер: штрихи к биографии // Гражданская война на востоке России: взгляд сквозь документальное наследие: материалы IV международной научно-практической конференции (20-21 октября 2021 г. Омск, Россия). – Омск. - ОмГТУ. - 2021. - С. 86-90.
11. Карасик И. Б. Нивелирная сеть Москвы // В сб. О нивелирной сети СССР (К 100-летию создания высокоточной нивелирной сети) / Под общей редакцией Л. А. Кашина и Л. С. Хренова. - Москва. – Недра. – 1979. - С. 125-130.
12. Каталог высот русской нивелирной сети с 1871 по 1893 год (с отчетной картою) / Сост. Ген. штаба полк. С. Д. Рыльке; [Предисл.: ген.-лейт. Стебницкий]. - Санкт-Петербург : Воен.-топогр. отд. Гл. штаба, 1894. - [6], 107 с., 1 л. карт.; 32. <https://search.rsl.ru/ru/search#q=003668712>
13. Кусов В. С. Воссоздание и освящение нивелирной марки 1877 года // Геопрофи. – 2004. - № 5. – С. 55-57.
14. Леонов В. Репер «ГК». [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://leonovvaleri.livejournal.com/113401.html>
15. Леонов В. Нивелирная марка 1877 года. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://leonovvaleri.livejournal.com/102654.html>
16. Леонов В. Нивелирная марка 1901 года. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://leonovvaleri.livejournal.com/108550.html>
17. Марцев А. А. Нивелирные марки конца XIX века - памятник инженерно-геодезической истории Нижнего Новгорода // Геофорум. Нижний Новгород : Материалы I Всероссийской научно-практической конференция с международным участием, Нижний Новгород, 25–27 апреля 2023 года. – Нижний Новгород: Межрегиональная общественная организация «Российское общество геодезии, картографии и землеустройства», 2023. – С. 71-75. – EDN: [KEISIK](#)
18. Марцев А. А. Нивелирные марки конца XIX века – памятник инженерной истории Нижнего Новгорода // Доклад на Всероссийских XLVI Добролюбовских чтениях «Николай Добролюбов и нравственные и социальные уроки общественно-культурных

процессов в российской и мировой истории. Добролюбовские традиции самореализации и универсализма в XIX-XXI вв.». Нижний Новгород, 18-20 мая 2022 г. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://youtu.be/92BOa2CITi0?t=11779>

19. Марцев А. А. Нивелирные марки конца XIX века – памятник инженерной истории Нижнего Новгорода // Доклад на 493-х Краеведческих чтениях. Нижний Новгород, 26 октября 2022 г. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://ngounb.ru/?p=18208>

20. Мещерский И. Н. Из истории создания исходного пункта нивелирной сети СССР // Геодезия и картография. - 1975. - № 3. - С. 72-75.

21. Нивелировка города Омска, произведенная по поручению Военно-топографического отдела Омского военного округа классным военным топографом А. Александровым в 1898 г. - Омск, Тип. Окружн. Штаба, 1899. - 21 с.

22. О нивелирной сети СССР (К 100-летию создания высокоточной нивелирной сети). Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. Всесоюзное астрономо-геодезическое общество при АН СССР. Научно-техническое общество «Горное» / Под общей редакцией Л. А. Кашина и Л. С. Хренова. - Москва. – Недра. - 1979. - 139 с.

23. О нивелир-теодолите (конструкции Э. И. Форша, но названным по имени изготовителя нивелир-теодолита пулковского механика Г. К. Брауэра) в разделе 2.7. «Научно-технический прогресс в 1850-1860-х гг. и его влияние на повышение качества съемок и картографических произведений, реорганизации в Генеральном штабе» кн. Глушков В. В. История военной картографии в России (XVIII - начало XX в.). - Москва. - ИДЭЛ. - 2007. - 528 с., ил.

24. О работах по сохранению знаков первой высотной основы Санкт-Петербурга / А. С. Богданов, В. Б. Капцог, К. К. Ангелов, М. Я. Брынь // Изыскательский вестник. – 2013. - № 2 (17). – С. 3-15.

25. Первая полярная экспедиция ледокола «Ермак» в дневнике К. А. Цветкова / авт.-сост.: В. А. Соломатин, Н. Б. Иванова, Е. А. Шендерей. - Москва : МИИГАиК, 2014. – 203 с. : ил., портр., факс., цв. ил. ISBN 978-5-91188-058-3.

26. Фиалков Д. Н. Пионер точной сибирской нивелировки А. А. Александров // Геодезия и картография. - 1975. - № 12. – С. 59-60.

27. Хинкис Г. Л., Зайченко В. Л. К 140-летию государственной нивелирной сети России // Геопрофи. - 2013. - № 3. - С. 60-65.

28. Хренов Л. С. К 100-летию государственной нивелирной сети (по материалам научно-технической конференции) // Геодезия и картография. – 1978. - № 3. - С. 31-37.

29. Цвѣтковъ К. А. Прецизионное нивелирование въ г. Москвѣ // Памятная книжка Константиновскаго межевого института за 1901-1902 годъ 5-й годъ изданія. Москва. Университетская типографія. 1902. С. 148-164.

30. Цингер Н. Я. Опыт нивелирных работ с нивелир-теодолитом по железным дорогам Балтийской и С. Петербургской-Варшавской от Динабурга до ст. Лапы. - Зап. ВТО. - ч. XXXVI. - СПб. – 1878. - С. 216-262.

Тенденции развития мировой геодезии на базе космических технологий Вдовин В. С.

АО «Российские космические системы», Москва, Россия

Мировой геодезией назовём международную геодезическую деятельность, регулируемую Международным геодезическим и геофизическим союзом, англ. International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) [1].

IUGG - неправительственная научная организация, основанная в 1919 году. IUGG является одним из 40 научных союзов и ассоциаций, объединенных в настоящее время в Международный научный совет, англ. International Science Council (ISC).

IUGG занимается международным продвижением и координацией научных исследований Земли (физических, химических и математических) и её окружающей среды в космосе. Эти исследования включают в себя форму Земли, её гравитационное и магнитное поля, динамику Земли в целом и её составных частей, внутреннюю структуру, состав и тектонику Земли, землетрясения и распространение упругих волн, образование магмы, вулканизм и образование горных пород, гидрологический цикл, включая снег и лёд, всех аспектов океанов, атмосферы, ионосферы, магнитосферы и солнечно-земных отношений, а также аналогичных проблем, связанных с Луной и другими планетами. IUGG поощряет применение этих знаний в интересах общества, например, в таких как минеральные ресурсы, смягчение последствий стихийных бедствий и охрана окружающей среды.

В состав IUGG входят восемь полуавтономных ассоциаций, каждая из которых отвечает за определенный круг вопросов в рамках общей сферы деятельности IUGG. Кроме того, IUGG создает межассоциационные комиссии и поддерживает отношения с несколькими другими научными организациями со схожими интересами.

IUGG проводит Генеральные ассамблеи с интервалом в четыре года, и каждая из её ассоциаций организует научные ассамблеи, а также тематические симпозиумы в период между Генеральными ассамблеями.

IUGG придерживается принципа свободного обмена данными и знаниями между странами и поощряет безоговорочное научное участие всех народов.

IUGG занимается развитием, популяризацией и распространением знаний о системе «Земля», её космической среде и динамических процессах, вызывающих изменения. Через входящие в её состав ассоциации, комиссии и службы IUGG организует международные ассамблеи и семинары, проводит исследования, обобщает наблюдения, получает информацию, координирует деятельность, поддерживает связи с другими научными организациями, играет пропагандистскую роль, вносит свой вклад в образование и работает над расширением возможностей и участия во всем мире.

Структура IUUG показана на рис.1 [1]. Расшифровки сокращений основных элементов IUUG на рис.1 даны в таблице 1.

Таблица 1 - Расшифровки сокращений основных элементов IUUG

IACS	International Association of Classification Societies, Международная ассоциация классификационных обществ
IAGA	International Association of Geomagnetism and Aeronomy, Международная ассоциация геомагнетизма и аэронауки
IAG	International Association of Geodesy, Международная ассоциация геодезии
IAHS	International Association of Hydrological Sciences, Международная ассоциация гидрологических наук
IAMAS	International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences, Международная ассоциация метеорологии и атмосферных наук
IAPSO	International Association for the Physical Sciences of the Oceans, Международная ассоциация физических наук об океанах
IASPEI	International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior, Международная ассоциация сейсмологии и физики недр Земли
IAVCEI	International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior, Международная ассоциация вулканологии и химии недр Земли

Мировую геодезию в IUUG представляет Международная ассоциация геодезии, англ. International Association of Geodesy (IAG) [2]. IAG - научное объединение в области геодезии. Она способствует научному сотрудничеству и исследованиям в области

геодезии в глобальном масштабе и вносит в это свой вклад через различные исследовательские организации.

IAG как международная научная организация является одной из старейших в своем роде. Её долгая и выдающаяся история восходит к 1862 году, когда была создана «Mittleuropäische Gradmessung». Эта организация была создана для содействия научной работе в области геодезии в Центральной Европе по предложению Дж.Дж. Байера в 1861 году. В 1867 году её название было изменено на «Europäische Gradmessung», поскольку к нему присоединились несколько европейских стран. В 1886 году название было изменено на "Internationale Erdmessung", подчеркивая необходимость международного сотрудничества для решения научных геодезических задач. Во французском и английском языках это название привело к появлению названия «International Association of Geodesy (IAG)».

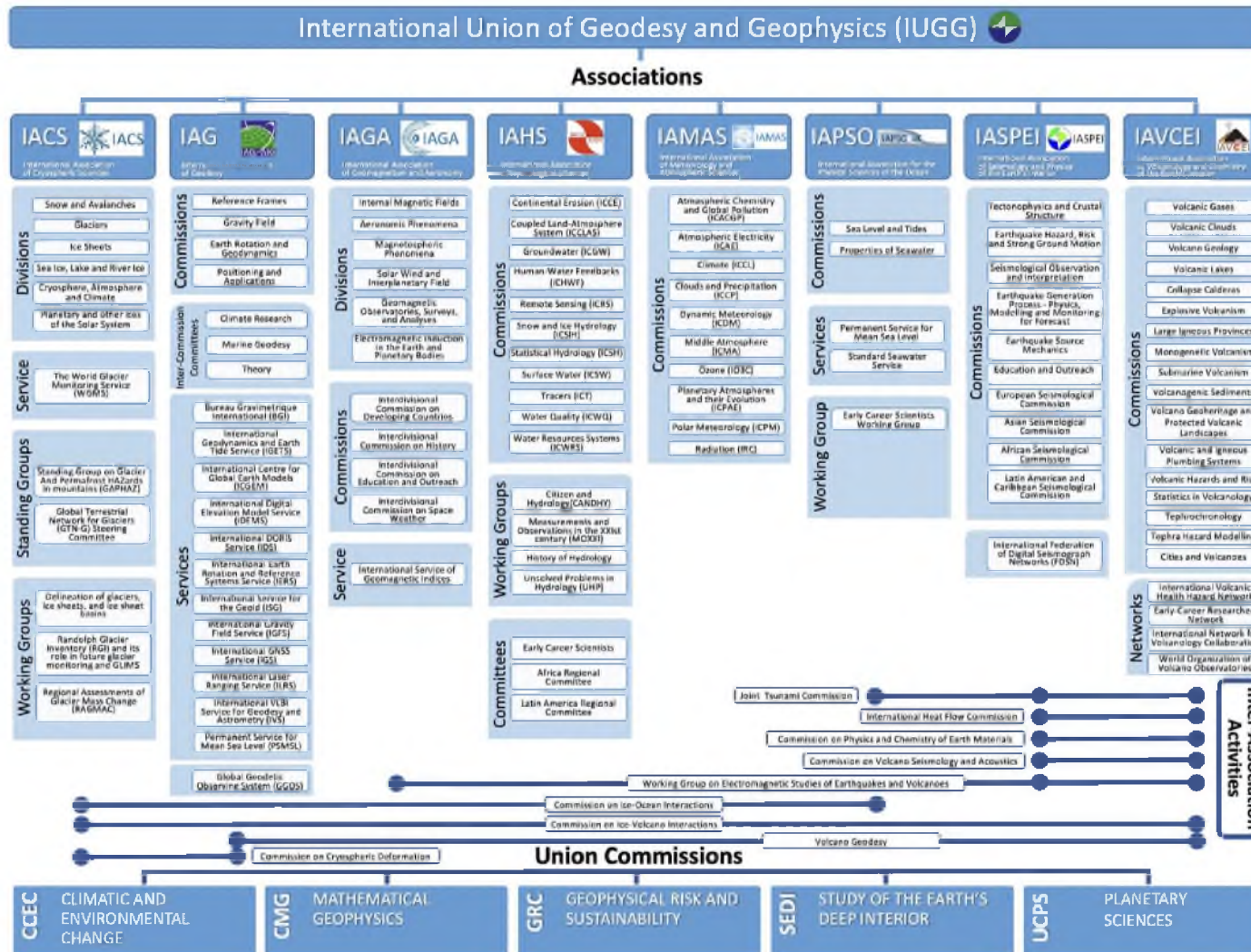


Рис. 1. Структура ИУГГ

Миссия IAG - развитие геодезии. IAG реализует свою миссию, продвигая геодезическую теорию посредством исследований и преподавания; собирая, анализируя, моделируя и интерпретируя данные наблюдений; стимулируя технологическое развитие и обеспечивая последовательное представление фигуры, вращения и поля тяготения Земли и планет, а также их временных вариаций.

Структура IAG показана на рис.2.

IAG организована, осуществляет свою деятельность в соответствии со своим Уставом и Подзаконными актами.

Административная работа IAG выполняется Советом, Исполнительным комитетом (ЕК) и Бюро. Совет определяет стратегию и избирает ЕК и членов Бюро. ЕК реализует и продвигает стратегию. Бюро управляет делами IAG: оно состоит из Президента, вице-президента и Генерального секретаря. Для оказания помощи Генеральному секретарю в выполнении его обязанностей в его родном учреждении создается офис IAG.

Научная работа Ассоциации осуществляется в рамках структуры, состоящей из Комиссий, Межкомиссионных комитетов, Служб, Глобальной геодезической системы наблюдений, англ. Global Geodetic Observing System (GGOS), проектов IAG и Отдела коммуникации и аутрич-деятельности (COB).

COB обеспечивает коммуникационные, информационные и информационно-пропагандистские связи с членами IAG, другими научными организациями и со всем миром в целом.

Цели IAG

➤ Изучать с максимально возможным уровнем точности все геодезические проблемы, связанные с наблюдением Земли и глобальными изменениями, включая:

✓ определение, создание и сопровождение глобальных и региональных систем отсчёта для междисциплинарного использования;

✓ вращение Земли и планет;

✓ позиционирование и деформацию;

✓ гравитационное поле;

✓ океан, лед и уровень моря;

✓ атмосферу и гидросферу;

✓ передачу во времени и частоте.

➤ Способствовать проведению геодезических исследований и разработок.

➤ Для поддержки геодезических систем отсчета:

✓ предоставлять данные наблюдений и обработанные данные, стандарты, методологии и модели;

✓ стимулировать развитие космической техники для повышения разрешающей способности геодезических данных.



Рис. 2. Структура IAG

- Инициировать, координировать и продвигать международное сотрудничество.
- Содействовать развитию геодезической деятельности по всему миру, особенно в развивающихся странах.

Одним из ключевых элементов IAG является Глобальная геодезическая система наблюдений, англ. Global Geodetic Observing System (GGOS) [3].

GGOS была запущена в июле 2003 года. GGOS работает, совместно с другими компонентами IAG - техническими службами, комиссиями, межкомиссионными комитетами и проектами IAG, для мониторинга системы «Земля» и исследований глобальных изменений.

GGOS стремится укрепить процесс принятия обоснованных решений, основанных на наблюдениях Земли. Земля - беспокойная планета. С её атмосферой, гидросферой (океаны и континентальные воды), криосферой (ледяные покровы), педосферой (почвенной оболочкой) и внутренними средами (литосфера, нижняя мантия и ядро) Земля подвержена большому разнообразию динамических процессов, действующих в широком диапазоне пространственных и временных масштабов и управляемых большими внутренними, так же, как и внешними, силами. Многие участки земной поверхности уязвимы для стихийных бедствий, вызванных динамическими процессами в твердой Земле, атмосфере и гидросфере.

Структура GGOS показана на рис.3.

GGOS состоит из следующих структурных элементов:

Руководящий орган GGOS - является центральным органом надзора и принятия решений GGOS.

Исполнительный комитет GGOS—действует по указанию Руководящего совета для выполнения повседневных задач GGOS.

Координационный офис GGOS –координирует работу внутри GGOS и поддерживает Председателя, Исполнительный комитет и Правление управляющих; а также координирует внешние связи GGOS.

Научная группа GGOS – консультирует и предоставляет рекомендации Правлению управляющих относительно научного содержания книги GGOS2020 и ее обновлений; а также представляет сообщество геодезистов и геонаук на собраниях GGOS.

Бюро продуктов и стандартов GGOS – отслеживает, проверяет, прорабатывает, оценивает все действующие стандарты, константы, резолюции и продукты, принятые IAG или ее компонентами, и рекомендует их дальнейшее использование или предлагает необходимые обновления.

Бюро сетей и наблюдений GGOS – разрабатывает стратегию проектирования, интеграции и обслуживания фундаментальной геодезической инфраструктуры, включая связь и потоки данных; следит за состоянием сетей и выступает за внедрение основных и других совместно расположенных сетевых объектов и повышение производительности сети.

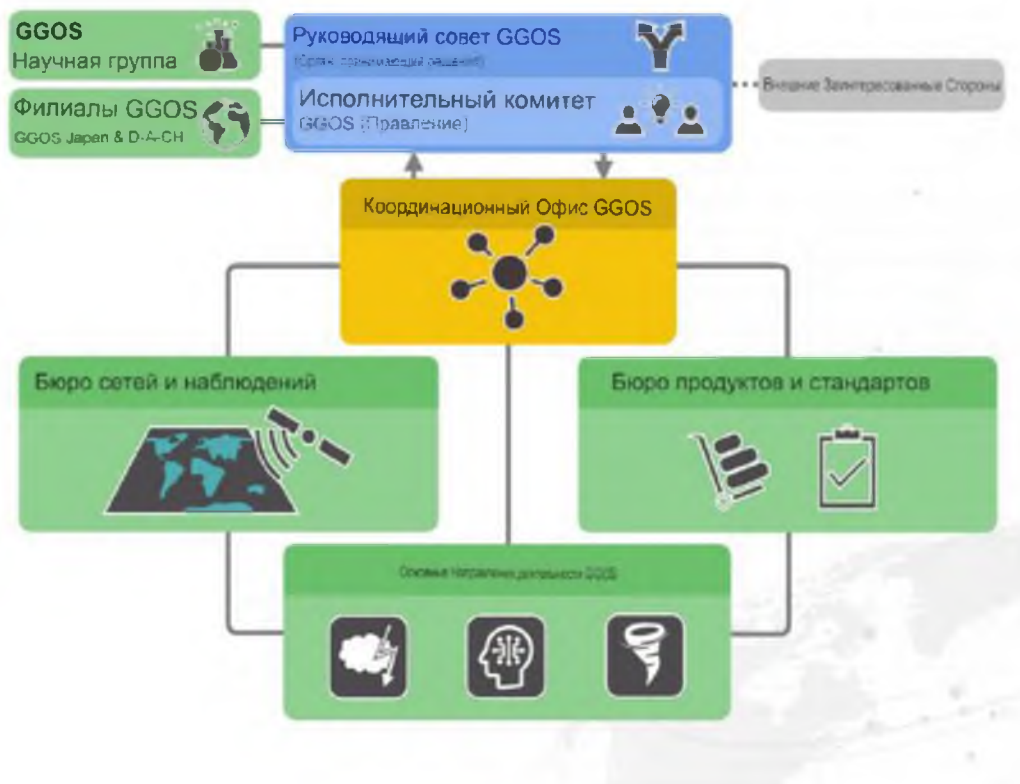


Рис. 3. Структура GGOS

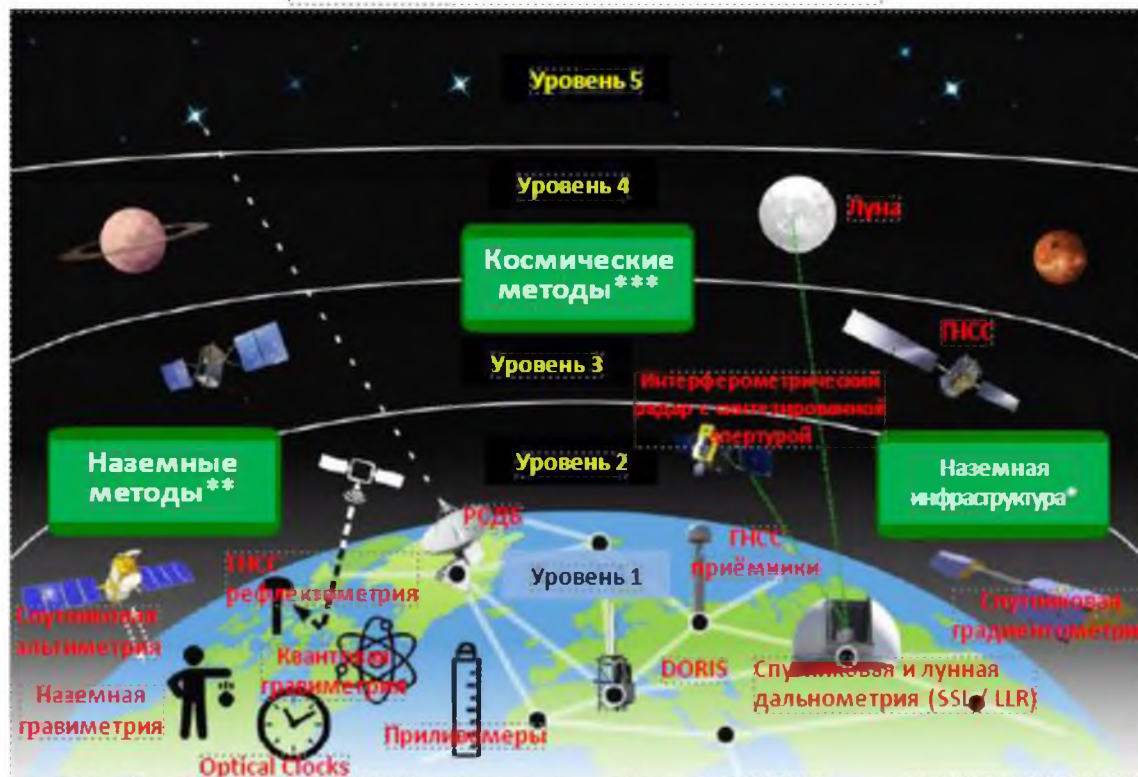
Филиалы GGOS – это национальные или региональные организации, которые координируют геодезическую деятельность в этой стране или регионе. Членские организации GGOS позволяют расширить участие в GGOS, особенно организациям в недопредставленных регионах Африки, Азиатско-Тихоокеанского региона, Южной и Центральной Америки.

Комитеты, рабочие группы GGOS и приоритетные области (ранее известные как Темы) – решают всеобъемлющие вопросы, общие для нескольких или всех компонентов IAG, и представляют собой механизм для объединения различных видов деятельности Служб, Комиссий и межкомиссионных комитетов или для связи GGOS с внешними организациями. Основные направления деятельности носят междисциплинарный характер и касаются конкретных приоритетных областей, в которых сотрудники GGOS работают вместе для решения более широких и важных вопросов.

Структура геодезических наблюдений в рамках GGOS представлена на рис.4.

Уровень 5. Внегалактические объекты. Например, квазары и другие компактные радиоисточники, обеспечивающие фиксированные ориентиры на небе

Уровень 3.
Спутниковые миссии на большой высоте.
Спутниковые миссии на средней околоземной орбите (MEO) и геостационарной орбите (GEO) (с высотами до 36 000 км), используемые главным образом для GNSS и спутниковой лазерной дальнометрии (SLR)



Уровень 4.
Планетарные объекты.
Планетарные миссии и геодезическая инфраструктура на планетах и естественных спутниках, особенно на Луне

Уровень 2. Спутниковые миссии на низкой высоте. Спутниковые миссии на низкой околоземной орбите (LEO) (с высотами в диапазоне от 180 км до 2000 км), используемые главным образом для мониторинга поверхности суши, океана и льда, а также гравитационного поля Земли и его временных изменений

Уровень 1. Наземная геодезическая инфраструктура. Состоит из всех наземных сетей геодезических станций

Рис. 4. Структура геодезических наблюдений GGOS

Набор инструментов геодезии включает в себя различные датчики и инструменты на Земле (суша и океаны), в воздухе и в космосе, которые вместе составляют один большой, всеобъемлющий «геодезический инструмент» для мониторинга системы «Земля» в широком диапазоне пространственных и временных масштабов.

Различные типы методов наблюдения, используемых в геодезии, разделены на три большие инфраструктуры:

* наземная инфраструктура геодезических наблюдений;

** наземные методы - измерения силы тяжести на поверхности Земли или вблизи нее, а также наземные геодезические измерения;

*** космические методы - спутниковые наблюдения и наблюдения за внегалактическими радиоисточниками,

и их можно классифицировать по пяти основным уровням.

Эти пять уровней сложным образом связаны многими типами наблюдений, образуя интегрированную систему геодезических наблюдений. Космические методы доминируют в глобальных и региональных наблюдениях, в то время как наземные методы в основном используются для интерполяции в пространстве и времени и для регистрации конкретных местных особенностей.

Основными типами наблюдений в настоящее время являются:

– микроволновые наблюдения внегалактических объектов(квazarов) с помощью VLBI;

– лазерная дальнометрия до LEO, спутников GNSS и до Луны;

– микроволновые наблюдения спутников GNSS с земли и со спутников LEO;

– радиолокационные и оптические наблюдения за поверхностью Земли (сушей, льдом, ледниками, океаном и т.д.) со спутников дистанционного зондирования;

– измерения расстояний между спутниками (К-диапазон, лазерная интерферометрия, оптические методы и т.д.);

– измерения ускорения силы тяжести и градиентов с помощью датчиков на борту спутников LEO;

– измерения абсолютной и относительной силы тяжести с помощью датчиков на земле или вблизи нее;

– измерения прилива.

Новыми типами наблюдений, находящимися в разработке и расширяющемся применении, являются:

– GNSS-рефлектометрия (GNSS-RR), GNSS-радиозатменные измерения (GNSS-RO);

– квантовая гравиметрия в космосе и на земле;

– сравнение оптических атомных часов для измерения разности гравитационных потенциалов.

Перечни наблюдений, разделённых по методам, на наземные методы и космические методы, в графическом виде представлены на рис. 5 и 6.



Рис. 5. Наземные геодезические наблюдения

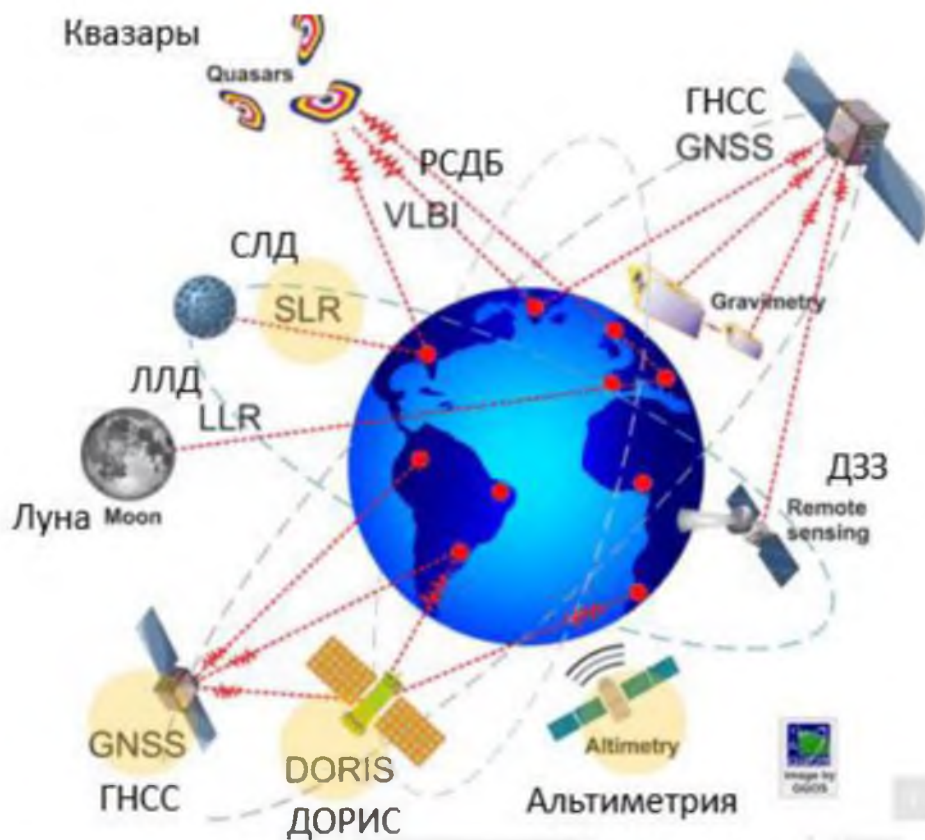


Рис. 6. Космические геодезические наблюдения

На рис. 7 приведен перечень геодезических сервисов, а на рис. 8 – перечень геодезических продуктов, создаваемых этими сервисами.














Геометрические и базовые сервисы	Гравитационные сервисы
 IERS – Международная служба вращения Земли и систем отсчета	 IGFS – Международная служба гравитационного поля
 IGS – Международная служба GNSS	 ICGEM – Международный центр глобальных моделей Земли
 ILRS – Международная служба лазерной дальнометрии	 IDEMS – Международный сервис цифровых моделей рельефа
 IVS – Международная служба VLBI для геодезии и астрометрии	 IGETS – Международная служба геодинамики и земных приливов
 IDS – Международная служба Doris	 ISG – Международная служба геоида
 PSMSL – Постоянная служба для определения среднего уровня моря	 BGI – Международное гравиметрическое бюро
	 COST-G - Комбинированный сервис для изменяющихся во времени гравитационных полей

Рис. 7. Перечень геодезических сервисов





Более детальный анализ графически показанных наблюдений, сервисов и продуктов GGOS выходит за рамки данного исследования.

Литература


1. <https://iugg.org/about/>.
2. <https://iag-aig.org>.
3. <https://ggos.org/about/>.

Отчётные основы









С. А. Ширяков

-  Высотная отчётная основа (Height Reference Frame)
-  Звёздная отчётная основа (Celestial Reference Frame)
-  Гравитационная отчётная основа (Gravity Reference Frame)
-  Наземная отчётная основа (Terrestrial Reference Frame)

Ориентация Земли

-  Параметры ориентации Земли (Earth Orientation Parameters)

Геометрия

-  Модели деформации земной поверхности (Surface Deformation Models)
-  Модели топографии Океана (Ocean Topography Models)
-  Изменения уровня моря (Sea Level change)
-  Цифровая модель рельефа (Digital Elevation Model, DEM)
-  Ледовые покровы и ледники – вариации (Ice Sheets & Glaciers – Variations)
-  Местоположения станций и вариации (Station Positions & Variations)
-  Данные датчиков прилива (Tide Gauge Records)
-  Высота поверхности моря (Sea Surface Heights (SSH), Mean Sea Surface (MSS), Sea Level Anomalies (SLA), Dynamic Ocean Topography (DOT), Mean Dynamic Topography (MDT), Mean Sea Level (MSL), Global Mean Sea Level (GMSL))

Гравитационное поле

-  Модели глобального гравитационного поля (Global Gravity Field Models)
-  Временное изменение гравитационного поля (Gravity Field Temporal Variation)
-  Данные о силе тяжести на земной поверхности (Terrestrial Gravity Data)
-  Региональные / локальные модели геоида (Regional / Local Geoid Model)
-  Ледовые покровы и ледники – вариации (Ice Sheets & Glaciers – Variations)
-  Высотные системы (Height Systems)

Позиционирование и приложения






-  Термосфера (Thermosphere)
-  Ионосфера (Ionosphere)
-  Нижняя нейтральная атмосфера (Lower Neutral Atmosphere)
-  Атмосферные продукты (Atmospheric Products)
-  Орбиты спутников ГНСС и время (GNSS Satellite Orbits and Clocks)

Рис. 8. Перечень геодезических продуктов

Секция 2. Инженерно-геодезическое и инженерно-геологическое обеспечение изысканий, градостроительной и кадастровой деятельности

Современное геодезическое оборудование. Новое время - новые решения Глухов М. Г.

«Геостройизыскания - Нижний Новгород», Нижний Новгород, Россия



Всем нам бывает любопытно заглянуть в будущее. Через книги, через фильмы и собственную фантазию.

25 лет в компании ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ я работаю с самым современным оборудованием и хочется вообразить себе приборы будущего! Попробуем же, опираясь на знания о прошлом и настоящем геодезического приборостроения, экстраполировать, так сказать, и спрогнозировать будущее. Наше геодезическое будущее.

Очень вероятно «переселение» точного ГНСС оборудования в индивидуальные коммуникаторы. И профессия кадастрового инженера станет офисной, а то и не востребованной. Ведь ушли в прошлое «операторы ПК», почти ушли шоферы, грузчики и т.д. Во время межевания, бабушка на границе участка будет прикладывать палец к этой самой границе и к оборудованию в знак согласования. Далее, без бумажной и чиновной волокиты, результаты будут фиксироваться в облаке. Да и сигнал для измерений наше устройство будет получать не только от спутников, но и иных стационарных и подвижных устройств на поверхности Земли.

При изысканиях в местах далеких, вероятно устройство, но не человек будет перемещаться по тайге под управлением искусственного интеллекта и под контролем интеллекта человеческого. И устройство, скорее всего, будет датчиком для сбора данных. Обработка же будет, через «облако», осуществляться вдали от мест изысканий. Ведь скорость обработки передачи данных, покрытие Земли различными сетями непрерывно развивается.

Производя геодезические работы на других планетах (да, да!), мы используем как раз сегодняшние подходы, с учетом иных условий (иного ускорения силы тяжести, иной формы космического тела и т.д.). В том смысле, что опираться измерения, вероятно, будут

на спутники. Повсеместного покрытия коммуникативными сетями, как на будущей Земле, вероятно не будет. Так что – «радиомодемы» потомкам в руки!

Для проектирования выезд на место на длительное время, также перестанет быть необходимым. Очень вероятно создание постоянно обновляемой цифровой модели городов, государств, всей планеты. С ней и будут работать проектировщики.

Что же будет у маркшейдеров под землей? Там также понадобится оперативная информация в виде 3D-моделей, поддерживаемая, допустим, небольшими, связанными в сеть «сканерами», располагающимися на проходческом оборудовании и просто в тоннелях.

Можно предположить выход из широкого употребления оптикоэлектронных устройств, куда мы должны сейчас «заглядывать» и «снимать». За нас это будет делать программа и датчик. Аналогичным образом, отслужили свое мензулы, кипрегели и стоят, с почетом, в наших геодезических музеях.

Простейшие измерительные приборы, будь то рулетки, дальномеры, нивелиры лазерные и обычные, угломеры, поселятся в наши телефоны или что там у нас будет потом... Увы! Калькуляторов и фотоаппаратов почти и нет! Спрятались в смартфоны. Ведь и превратился когда-то автомобиль из роскоши, обслуживаемой профессионально в банальное средство передвижения и уже из-за горизонта видятся автопилоты.

Таким образом – компактность, вход в повседневные индивидуальные устройства, дистанционность управления и сбора данных, «облачность» и обработка данных не на месте работ, вот, что нас, вероятно, ждет. Ничего нового? Ну, да! Все уже было! Просто повторяется снова и снова. По спирали. На все более высоком уровне.

Фонд данных государственной кадастровой оценки: историчность, особенность, уникальность

Пылаева А. В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

Культура, согласно определению, которое содержится в Большой советской энциклопедии, представляет собой «уровень развития общества и человека, выраженный в типах и формах организации жизни и деятельности людей, а также в создаваемых ими материальных и духовных ценностях» [1]. Каждому этапу развития общества соответствует своя культура; на каждом этапе существуют свои мифы и ритуалы, идеи и способы их реализации, которые, в свою очередь, выражаются через типы и формы устройства жизни и деятельности населения.

Рассмотрим современную культуру управления территорией сквозь призму приведенного определения. Исследуем идею территориального развития России в части формирования Национальной системы пространственных данных (создания и внедрения «цифрового отечественного геопропространственного обеспечения, интегрированного с муниципальными и региональными информационными системами, на территориях 89 субъектов Российской Федерации к концу 2030 года»), предусмотренного в рамках государственной программы, утвержденной постановлением Правительства РФ от 1 декабря 2021 г. № 2148 [2]. В качестве деятельности рассмотрим управление территорией.

Одним из принципов институциональной экономической теории выступает принцип историзма. Он подразумевает под собой то, что явления экономической жизни тесно связаны с особенностями конкретной культуры.

И если для культуры восемнадцатого и девятнадцатого веков характерна такая модель индивидуума, как «человек предприимчивый, экономический, рациональный» («это человек с независимыми предпочтениями, стремящийся к максимизации собственной выгоды и очень точно знающий, в чем эта выгода состоит»; его появление «в экономическом анализе связывают с именем А. Смита»), для двадцатого века – «человек

творческий, социальный» (представители институционализма «исходят из определяющей роли не индивидуальной, а групповой психологии») [3], то для культуры двадцать первого века присуща такая модель индивидуума, как «человек цифровой».

В России до 2030 года поставлены шесть национальных целей, среди которых: «цифровая трансформация» и «комфортная и безопасная среда для жизни».

В немалом количестве отраслей экономики (например, в таких как управление недвижимостью, строительство, сельское и лесное хозяйство, добыча полезных ископаемых) вклад в создание валовой добавленной стоимости вносит деятельность в сфере земельно-имущественных отношений, инфраструктуры пространственных данных [2].

Важной составляющей рационального управления территорией являются качественные, достоверные, актуальные пространственные данные.

Современные отечественные и зарубежные публикации [4-7] направлены на исследование вопросов, связанных с использованием искусственного интеллекта в геоинформатике, для анализа данных (например, дистанционного зондирования Земли, беспилотных летательных аппаратов) в области картографии, геодезии, кадастра.

В настоящее время в Российской Федерации поставлены и выполняются задача формирования отечественной государственной геоплатформы, в состав которой будут входить сведения, содержащиеся в ведомственных и региональных информационных ресурсах, базах данных, реестрах, а также задача внедрения технологии искусственного интеллекта в процесс создания цифровой модели территории.

Целесообразным является обобщение принятых в России нормативных правовых актов, являющихся фундаментом для достижения вышеуказанных задач (таблица 1).

Таблица 1. Результаты исследования правовых условий для внедрения технологии искусственного интеллекта в сфере земельно-имущественных отношений, инфраструктуры пространственных данных в России

Название нормативного правового акта	Реквизиты нормативного правового акта
Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»	Протокол президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7
О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации	Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490
О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года	Указ Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474
Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года	Распоряжение Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р
Паспорт федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»	Приложение № 3 к протоколу президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию ... от 27 августа 2020 г. № 17
О проведении в 2021 году эксперимента по созданию Единого информационного ресурса о земле и недвижимости	Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2429
Об утверждении критериев определения принадлежности проектов к проектам в сфере искусственного интеллекта	Приказ Минэкономразвития России от 29 июня 2021 г. № 392

Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года	Распоряжение Правительства РФ от 1 октября 2021 г. № 2765-р
Об утверждении перечня инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года	Распоряжение Правительства РФ от 6 октября 2021 г. № 2816-р
Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных»	Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2021 г. № 2148
О федеральной государственной географической информационной системе «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных» (вместе с «Положением о федеральной государственной географической информационной системе «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных»))	Постановление Правительства РФ от 7 июня 2022 г. № 1040

В Положении о федеральной государственной географической информационной системе «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных», утвержденном, как видно из таблицы 1, в 2022 году, в пункте 3, в качестве одной из функций этой системы указано «ведение фонда данных государственной кадастровой оценки, а также автоматизация проведения государственной кадастровой оценки и государственного мониторинга проведения государственной кадастровой оценки» [8]. А согласно пункту 7 рассматриваемого документа, в состав Национальной системы пространственных данных будет входить (наряду с иными подсистемами) подсистема рынка недвижимости.

Кадастровая стоимость в России, определенная в соответствии с федеральным законом «О государственной кадастровой оценке» от 03.07.2016 № 237-ФЗ, используется для различных целей, в том числе в качестве налоговой базы по земельному налогу, налогу на имущество физических лиц, организаций, которые, в свою очередь, участвуют в формировании культуры управления территорией.

Деятельность по оценке кадастровой стоимости объектов недвижимости описывает причудливую траекторию, пересекаясь на пути исторического развития с такими видами деятельности, как управление территорией, налогообложение, государственный кадастровый учет, оценочная деятельность.

«Задачи совершенствования налогообложения недвижимости решаются в каждой стране по-своему, в соответствии с приоритетами политики, потребностями экономики, особенностями правовой системы, бюджетного устройства и социокультурной среды, которая влияет на политическую приемлемость различных управленческих решений» [9].

Цель развития государственной кадастровой оценки – совершенствование организационно-экономического механизма регулирования земельно-имущественных отношений посредством развития нормативно-правовых, теоретических и методологических положений государственной кадастровой оценки, направленных на повышение экономической обоснованности кадастровой стоимости.

На современном этапе в России предполагается решить следующие задачи для достижения вышеуказанной цели:

- расширение области применения кадастровой стоимости в организационно-экономическом механизме регулирования земельно-имущественных отношений;
- формирование информационной основы регулирования рынка недвижимости;

- создание информационной модели объекта оценки для решения задач установления кадастровой стоимости;
- создание технологии и инструментов повышения экономической обоснованности кадастровой стоимости;
- построение стратегического партнерства с организациями, владельцами, агрегаторами информационных ресурсов;
- выстраивание механизмов вовлечения налогоплательщиков в уточнение характеристик объектов налогообложения посредством подачи деклараций, обращений об исправлении ошибок;
- разработка надежной системы сбора данных, необходимых для определения кадастровой стоимости с приемлемым доверительным интервалом и с учетом локализации, для различных географических и социально-экономических условий;
- трансформация фонда данных государственной кадастровой оценки в главный информационный ресурс для решения задачи массовой оценки земельных участков и иных объектов недвижимости, посредством его интеграции с Национальной системой пространственных данных, Единым государственным реестром недвижимости;
- формирование кадрового потенциала.

Литература

1. Зильберман Д. Б. Культура / Д. Б. Зильберман, В. М. Межуев // Большая советская энциклопедия: в 30 т. – М., 1973. – Т. 13. – С. 595-596.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2021 г. № 2148 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402555/dc6d73a500c2675629107a7599c85f3de3b23f90/.
3. Пылаева А. В. Институциональные особенности налогообложения и кадастровой оценки недвижимости / А. В. Пылаева // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2014. – № 3(150). – С. 83-90.
4. Колесников А. А. Анализ методов и средств искусственного интеллекта для анализа и интерпретации данных активного дистанционного зондирования / А. А. Колесников // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 3. – С. 74-94.
5. Линкина А. В. Применение методов искусственного интеллекта при работе с геопространственными данными / А. В. Линкина // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. – Великие Луки, 2022. – С. 196- 201.
6. Шайтура С. В. Беспилотный транспорт в задачах землеустройства / С. В. Шайтура, В. М. Феоктистова // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2020. – № 9(188). – С. 32-36.
7. Deep learning classification for crop types in North Dakota / Z. Sun, L. Di, H. Fang, A. Burgess // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. – 2020. – Vol. 13. – P. 2200-2213.
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 7 июня 2022 г. № 1040 «О федеральной государственной географической информационной системе «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_418890/af40413b1aada83af6874335f7aab3a073d0f6cd/.
9. Пылаева А. В. Основы кадастровой оценки недвижимости: учебное пособие для академического бакалавриата / А. В. Пылаева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2018. – 124 с.

Создание дежурной государственной картографической основы: предпосылки и проблемы реализации

Тарарин А. М., Донковцев В. Г.

Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
ППК «Роскадастр», Москва, Россия

В последние годы роль пространственных данных все усиливается, уже давно не только автомобилисты, передвигаясь по незнакомым дорогам с помощью навигаторов, но и каждый из нас будучи пешеходом, как правило, не обходится без навигационной карты в своем мобильном телефоне, чтобы найти кафе, магазин или другие объекты в незнакомом районе. Но, зачастую, указанные потребности в пространственных данных удовлетворяются без применения государственных картографических продуктов, используя в основном коммерческие геоинформационные сервисы, такие как Яндекс Карты и 2ГИС, а также OpenStreetMap (OSM).

В последние годы государство предприняло не мало усилий, чтобы повысить востребованность государственных картографических материалов, так, например, проводятся масштабные работы по созданию единой электронной картографической основы (ЕЭКО) [1, 2], которая является наиболее востребованным картографическим продуктом у федеральных органов власти [3].

Тем не менее, пока не удалось преодолеть традиционные недостатки классической топографии, такие как поддержание актуальности информации и отсутствие реализации полноценного адресного поиска. Поэтому, например, в качестве картографической основы единой цифровой платформы Национальной системы пространственных данных используется Цифровая объектовая схема. Сравнительный анализ картографических основ на территорию России приведен в таблице 1.

Таблица 1 Сравнительный анализ картографических основ на территорию России

Вид картосновы	Полнота	Актуальность	Доступность	Особенности
ЕЭКО	НП – 1:10 000 М – 1:50 000	НП – раз в 3,5 года М – 6,5 лет	Просмотр без ограничений, вектор по запросу	Обновляется по ортофотопланам по номенклатурным листам
Цифровая объектовая схема Национальной системы пространственных данных	НП – 1:10 000 М – 1:50 000	Планируется обновление несколько раз в месяц	Подложка через карткомпонент, просмотр без ограничений	Обновления по сведениям ЕЭКО и открытым данным
Яндекс Карты	НП - 1:10 000 (в зависимости от активности) М – 1:100 000 (нет сельскохозяйственных земель)	Пользователи в инициативном порядке Ортофотопланы – 1-2 раза в год для городов М – 5 лет	Просмотр без ограничений, Подложка через Application programming interface (API) за плату для коммерческих целей	Обычные пользователи, профессиональные картографы
2ГИС	НП - 1:10 000 (в	Ортофотопла	Посмотреть	Обычные

	зависимости от активности) М – 1:100 000 (почти нет)	ны – 1-2 раза в год для городов М – 5 лет	без ограничений, Вектор и подложка через API за плату	пользователи, профессиональные картографы
OSM	НП – 1:8 000 М – 1: 70 000	Пользователи в инициативном порядке	Вектор по запросу, TMS сервис, геокодирование	Обычные пользователи

Примечание: НП – территория населенных пунктов, М – межселенная территория

Для решения задачи обновления картографической информации был разработан функционал мониторинга актуальности ЕЭКО в рамках государственной информационной системы (ГИС) ведения ЕЭКО на основе сведений из ЕГРН (Государственная граница Российской Федерации, границы между субъектами Российской Федерации, границы населенных пунктов, объекты недвижимости, водные объекты) и ГИСОГД (геодезические и картографические материалы). В результате данного мониторинга в ГИС ЕЭКО формируется карта изменений местности [4], которая по сути является аналогом дежурной справочной карты, ведение которой было организовано еще во времена СССР [5]. Также для решения вопросов актуальности топографических карт предложено ведение цифровой дежурной топографической карты в рамках детального топографического мониторинга [6].

Таким образом, актуальной задачей является обогащение ЕЭКО актуальной информацией. Для актуализации сведений ЕЭКО возможно использовать существующие государственные информационные системы, которые оперируют пространственными данными. Соответствие сведений ЕЭКО и государственных земельно-информационных систем [7], а также иных государственных информационных ресурсов приведено в таблице 2.

Таблица 2 Соответствие сведений ЕЭКО и государственных ЗИС и других государственных информационных ресурсов (ГИР)

Сведения ЕЭКО	Наименование ГИР
рельеф местности с точностью, соответствующей масштабу мельче 1:50000	ФФПД
гидрография и гидротехнические сооружения	ГВР
промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты	ЕГРН
	ФППД
государственная граница Российской Федерации, границы между субъектами Российской Федерации	ЕГРН
населенные пункты	ГИСОГД, ФГИС ТП
дорожная сеть и дорожные сооружения	ЕГРАД
древесная, кустарниковая растительность	ГЛР, ГК ООПТ
травянистая растительность, болота, прочие земли (пески, каменистые россыпи, нарушенные земли и тому подобное)	-
пашни	ЕФИС ЗСН

Примечание: ФФПД - федеральный фонд пространственных данных, ГВР - государственный водный реестр, ЕГРН – единый государственный реестр недвижимости, ФППД – федеральный портал пространственных данных, ГИСОГД – государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности, ФГИС ТП – федеральная государственная информационная система территориального планирования, ЕГРАД – единый государственный реестр автомобильных дорог, ГК ООПТ – государственный кадастр особо охраняемых природных территорий, ГЛР – государственный лесной реестр, ЕФИС ЗСН – единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения, ГКГН – государственный каталог географических названий

Возможности использования существующих государственных информационных систем, оперирующих пространственными данными, для обновления ЕЭКО не однозначны. Наиболее перспективным в этом направлении является использование сведений ЕГРН. Так на рисунке показаны возможности использования сведений ЕГРН для обновления сведений ЕЭКО на примере квартала застройки в городе Оренбург по ул. Уральская.

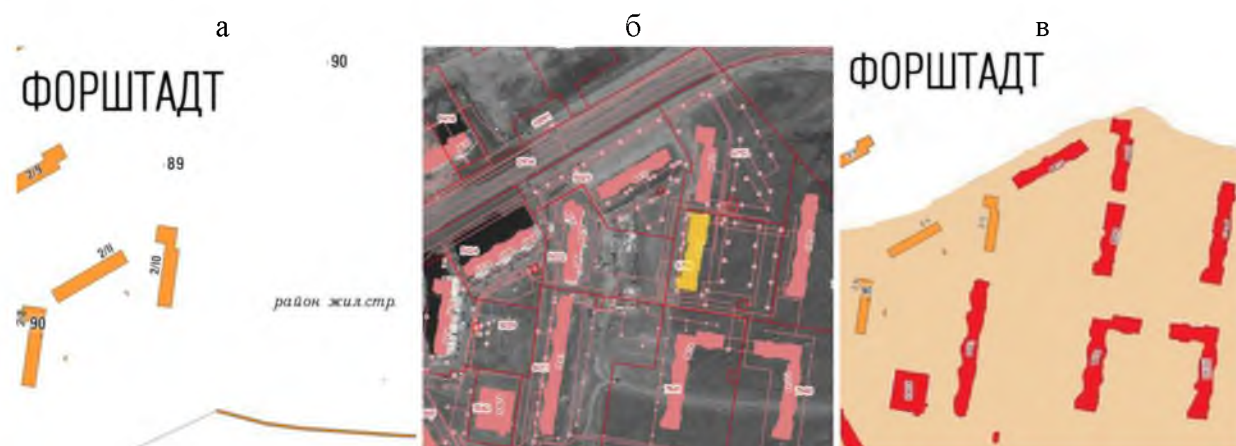


Рис. Иллюстрация возможности использования сведений ЕГРН для обновления сведений ЕЭКО: (а) сведения ЕЭКО до обновления (б) сведения ЕГРН, (в) сведения ЕЭКО дополненные актуальными сведениями ЕГРН

Для оценки возможностей использования сведений ЕГРН для актуализации сведений ЕЭКО были проведены экспериментальные работы, которые будут описаны отдельно. Однако предварительно можно сказать, что имеются различные подходы к отображению зданий для целей кадастра и топографии, например, в части отображения разноэтажных частей зданий, крыльца, нависающих и подземных частей и др.

Таким образом, необходимо принять дополнительные требования для унификации отображения объектов местности в ведомственных земельно-информационных системах [8-11], например, объекты капитального строительства в ЕГРН, также важно использовать результаты инженерно-геодезических изысканий [12] и государственного адресного реестра. Для этого следует разработать методику ведения дежурной государственной картографической основы как дополнение ЕЭКО, в составе которой важным элементом должны стать государственные адресные планы (карты).

Обеспечение актуальности сведений дежурной государственной картографической основы в режиме близкому к реальному времени позволит решить проблему устаревания топографической карты.

Выводы и рекомендации

1. Для обеспечения актуальности топографических карт и планов на территорию России для всех заинтересованных потребителей целесообразно обеспечить создание и ведение дежурной государственной картографической основы, возможно в рамках детального топографического мониторинга и ведения цифровой дежурной топографической карты.

2. Создание дежурной государственной картографической основы возможно как дополнение к ЕЭКО, обновляемой на основе сведений ведомственных земельно-информационных систем (ЕГРН, ГЛР, ГИСОГД, ГАР и др.).

3. Технологически необходимо перейти от обновления номенклатурных листов на обновление конкретных территорий и объектов.

4. В составе дежурной государственной картографической основы целесообразно выделить ведение государственного адресного плана (карты).

5. Обеспечить актуальность сведений дежурной государственной картографической основы в режиме близкому к реальному времени.

6. Разработать и принять дополнительные требования для унификации отображения объектов местности в ведомственных земельно-информационных системах, например, зданий в ЕГРН и др.

Литература

1. Тарарин А. М. Инфраструктура пространственных данных. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2023. – 276 с.

2. Тарарин А. М. Использование единой электронной картографической основы для государственных и муниципальных нужд // Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика : Материалы 11-й региональной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 15 декабря 2022 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 124-126.

3. Карпик А. П., Обиденко В. И., Побединский Г. Г. Исследование потребности федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации в пространственных данных // Геодезия и картография. – 2021. – Т. 82. – № 2. – С. 49-63.

4. Техническое задание на выполнение работ по развитию государственной информационной системы ведения единой электронной картографической основы (ГИС ЕЭКО) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ok20/view/common-info.html?regNumber=0373100132422000013>

5. ГКИНП-17-213-88 Инструкция по дежурной справочной карте масштаба 1:100000.

6. Бровко Е. А., Софинов Р. Э. Актуализация пространственных данных методом государственного топографического мониторинга в целях реализации государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных»: проблемы и решения // Геодезия и картография. – 2022. – № 3. – С. 14–22.

7. Тарарин А. М. Понятие и классификация земельно-информационных систем // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2021. Т. 65. № 2. С. 221-231.

8. Липски С. А. К вопросу о сопоставимости ведомственных информационных ресурсов о земле // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». - 2019. - Т. 63, № 4. - С. 412-418.

9. Тарарин А. М. Интероперабельность базовых наборов пространственных данных Российской Федерации // Геофорум. Нижний Новгород : Материалы I Всероссийской научно-практической конференция с международным участием, Нижний Новгород, 25–27 апреля 2023 года. – Нижний Новгород: Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, 2023. – С. 105-107.

10. Черных А. М. Основные направления интеграции федеральных государственных информационных систем и пространственных данных // Правовая информатика. - 2018. - № 2. - С. 47-56.

11. Тарарин А. М., Беляев В. Л. Пространственные данные в градостроительной деятельности // Геодезия и картография. - 2020. - № 11. С. 29-39.

12. Тарарин А. М. Никольский Е. К. Совершенствование нормативно-правового и технологического обеспечения ведения дежурного топографического плана города масштаба 1:500 // Приволжский научный журнал. – 2014. – № 4 (32). – С. 224-230.

Обучение профессии внешних пилотов: особенности, перспективы, рекомендации
Максимова С. Е.

АО «НИИАС», Москва, Россия

В настоящее время активно развивается применение беспилотных воздушных судов (БВС): значительно увеличился модельный ряд БВС и разнообразие полезной нагрузки (фото- и видеокамеры для съемки в различных спектральных диапазонах, воздушные лазерные сканеры, магнитометры, оборудование для отбора проб и т.п.), продолжается снижение стоимости БВС и компонентов. Специалисты в различных областях профессиональной деятельности используют БВС для высокоэффективного решения задач, в том числе в области дистанционного зондирования, геодезии и картографии. Соответственно, возрастает потребность в профессиональной подготовке работников, допускаемых к применению и эксплуатации БВС.

Целью настоящего доклада является анализ опыта организации и проведения профессионального обучения внешних пилотов беспилотных воздушных судов мультироторного типа с максимальной взлетной массой (МВМ) 30 кг и менее. Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выявить основные проблемы профессионального обучения;
- обозначить перспективы развития профессионального обучения;
- разработать рекомендации к организации и проведению профессионального обучения.

Для выполнения авиационных работ (в том числе аэровизуальных полетов и воздушных съемок) часто используются БВС с МВМ 30 кг и менее. Внешние пилоты таких БВС не включены в перечень специалистов авиационного персонала, утвержденного Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 19 октября 2022 г. № 419. Поэтому программы профессионального обучения должны разрабатываться в соответствии с профессиональным стандартом 17.071 «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее», утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14 сентября 2022 г. № 526н (профстандарт 17.071). По итогам успешного освоения программы выдается документ об образовании. В дополнение образовательной организацией может быть выдана летная книжка.

В настоящее время множество организаций предлагает образовательные услуги в сфере профессионального обучения внешних пилотов БВС с МВМ 30 кг и менее. Одной из таких организаций является АО «РОМОНА» в г. Южно-Сахалинске. АО «РОМОНА» предлагает в числе прочих программу «Оператор наземных средств управления беспилотного летательного аппарата мультироторного типа с максимальной взлетной массой до 30 кг». Продолжительность обучения – 40 академических часов (5 рабочих дней). Поскольку БВС мультироторного типа с МВМ 30 кг и менее являются относительно простыми в управлении, многие организации и физические лица

предпочитают использовать в работе именно указанные БВС. Обучение ведется с 2019 года, программа продолжает пользоваться спросом.

Аудиторные занятия посвящены:

- воздушному законодательству Российской Федерации в области беспилотных воздушных судов;
- взаимодействию с органами Единой Системы Организации Воздушного Движения;
- работе с геопорталами с информацией о структуре воздушного пространства Российской Федерации;
- подготовке представлений на установление местного и временного режима, планов полетов, заявлений о постановке БВС на учет и других документов;
- системам управления безопасностью полетов поставщика авиационных услуг;
- основам аэродинамики и конструкции БВС мультироторного типа;
- применению, эксплуатации и обслуживанию БВС;
- отработке навыков пилотирования БВС в программном обеспечении для симуляции полетов в различных условиях;
- основам авиационной метеорологии;
- ведению летной документации.

Внеаудиторные занятия необходимы для приобретения практических навыков пилотирования БВС в различных режимах управления и организации работы на стартово-посадочных площадках, способам обследования (съемки) точечных, линейных и полигональных пространственных объектов. В рамках учебной программы предусмотрено проведение промежуточной аттестации и итогового контроля в виде экзамена.

Большинство слушателей программы – мужчины трудоспособного возраста с высшим образованием, проживающие в Сахалинской области или соседних регионах Дальневосточного федерального округа. Как правило, слушатели курса не являются руководителями подразделений; многие направлены на обучение работодателем.

В профстандарте 17.071 не предусмотрено обучению обработке данных, полученных с применением БВС, построению ортофотопланов, 3D-моделей и других видов геоизображений, а также основам геодезии и картографии.

Обучение эксплуатации БВС актуально в том числе для работников в сфере геодезии, картографии и дистанционного зондирования. Специалисты, способные выполнять функции геодезистов и внешних пилотов, крайне востребованы на рынке труда.

Профессиональное обучение внешних пилотов целесообразно проводить в малых группах. Небольшое число слушателей позволяет обеспечить в относительно короткие сроки качественное освоение образовательной программы, учитывать индивидуальные особенности слушателей курса. Значительная часть обучающихся трудоустроены, многие направлены на обучение именно работодателем, их отсутствие на рабочем месте оказывает отрицательное влияние на производственный процесс в организациях. Это следует учитывать при подготовке программы обучения.

Благодаря личному опыту профессиональной деятельности в области беспилотной авиации с активным применением БВС для решения широкого круга прикладных задач, преподавателем подготовлен оптимальный курс из лекционных и практических (аудиторных и внеаудиторных) занятий. Курс составленный таким образом, чтобы по итогам успешного освоения программы слушатели получили знания, умения и навыки, необходимые для начала самостоятельной профессиональной деятельности в сфере применения беспилотных авиационных систем.

В ходе обучения групп слушателей выявлены следующие проблемы образовательного процесса:

- разный уровень подготовки слушателей одной группы;
- организация безопасной и эффективной практики работы с БВС;

- ориентированность обучающихся на решение задач в области их основной профессиональной деятельности;
- работа с воздушным законодательством Российской Федерации;
- получение и отработка навыков практического общения с органами Единой Системы организации Воздушного Движения;
- работа с геоизображениями воздушного пространстве РФ.

По результатам реализации программы обучения в течение нескольких лет разработаны следующие рекомендации к обучению внешних пилотов:

- выбирать для обучения наиболее простые в управлении и безопасные БВС;
- не использовать самосборные БВС при обучении пилотированию;
- формирование культуры безопасности полетов у обучающихся;
- гибкость модульной структуры курса на случай смены погодных условий;
- разработка и применение комплекса мер безопасности для полевых практических занятий.

Возможны следующие перспективы развития профессионального обучения внешних пилотов:

- освоение новых типов БВС и полезных нагрузок;
- практическое обучение полетам для обследования сложных техногенных объектов;
- обучение обработке данных, полученных с применением БВС.

Успешное освоение программ профессионального обучения внешних пилотов является значимым шагом как для профессионального развития работников, так и коммерческого успеха предприятия. Для поддержания профессиональных знаний, умений и навыков внешних пилотов необходимо организовать систему учебно-тренировочных полетов и наземных тренировок работников. Повсеместное применение инновационных технологий, развитие науки и техники обуславливает необходимость непрерывного образования специалистов.

Кроме того, согласно требованиям нормативно-правовых документов Российской Федерации юридические лица и индивидуальные предприниматели, выполняющие авиационные работы (в том числе с применением БВС), должны подтвердить соответствие требованиям федеральных авиационных правил – получить сертификат эксплуатанта. Для получения сертификата эксплуатанта предприятием (или индивидуальным предпринимателем) необходимо выполнить значительный объем мероприятий в части, касающейся организации летной работы, построения системы управления безопасностью полетов поставщика авиационных услуг и авиационной безопасности (защиты от актов незаконного вмешательства). Подобная работа должна проводиться опытными руководителями, освоившими соответствующие программы дополнительного профессионального образования в сфере беспилотной гражданской авиации.

Литература

1. Грехнев В. С. Философия образования: учебник для вузов. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 311 с.
2. Максимова С. Е. Геопорталы для планирования полетов беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве Российской Федерации // Наука и технологии железных дорог – 2023. – №26. – С. 47-52.
3. Никифоров Б. А., Маштруев А. Л., Колокольцев В. Л. Интеграция образования, науки и производства // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. – 2007. – № 2. – С. 8-12.
4. Околелов О. П. Педагогика высшей школы: учебник. — Москва: ИНФРА-М, 2023. — 187 с.
5. Подласый И. П. Педагогика: учебник для вузов. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 575 с.

6. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации «Об утверждении Перечня специалистов авиационного персонала гражданской авиации Российской Федерации» от 19 октября 2022 г. № 419.

7. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее» от 14 сентября 2022 № 526н.

8. РОМОНА: Учебный центр: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.romona.ru/training-center>. (Дата обращения: 04.04.2024).

9. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ. «Об образовании в Российской Федерации»

10. Хуторский А. В. Педагогика: учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. – Санкт-Петербург: Питер, 2019. – 608 с.

11. Шарипов Ф. В. Педагогика и психология высшей школы: учебное пособие. – Москва: Логос, 2020. – 448 с.

Совершенствование нормативного регулирования инженерных изысканий и инженерной защиты при гидротехническом строительстве Беляев В. Л.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

Потребность в создании или реконструкции гидротехнических сооружений (ГРК РФ) выражена в Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации, а также в ряде отраслевых документов стратегического планирования (Энергетическая стратегия, Стратегия развития строительной отрасли и др.)¹. Кроме социально-экономического эффекта это приносит и экологические выгоды (в том числе снижение рисков возникновения катастрофических паводков), что актуально в контексте зеленой повестки. Справедливо отметить, что геоэкологические составляющие таких рисков могут возрасти например при создании водохранилищ [1, 2], что согласно ГрК РФ требует инженерной защиты территорий и объектов (ИЗ) и выполнения инженерных изысканий (ИИ). Их реализация обеспечивает рациональность и безопасность размещения, создания и эксплуатации ГРК РФ, в противном случае возможны аварии с тяжелыми последствиями (масштабная авария в штате Калифорния, «свежий» пример прорыва защитной дамбы в городе Орске и др.²..

Значимость ИИ и ИЗ растет также потому, что многие ГТС относятся к группе особо опасным, технически сложным и уникальным объектам. Они как правило относятся и к «публичным» объектам (местного, регионального или федерального значения), а значит их размещение и параметризация, происходит не иначе как путем территориального планирования и планировки территории (ГРК РФ). Вдобавок ГТС могут представлять собой единые недвижимые комплексы (см. ГК РФ) и размещаться на многоконтурных земельных участках (см. ЗК РФ). Все это осложняет градостроительное проектирование ГРК РФ. Этот вопрос требует дополнительных исследований, однако очевидно, что управляемая система в данной сфере пространственного развития сложна и этому (в силу принципов кибернетики) должна адекватно отвечать эффективность системы государственного обеспечения управления, прежде всего – правовое и техническое регулирование [3].

¹ См. Федеральный закон от 28.06.2014 N 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»

² http://cawater-info.net/review/saint-francis_accident.htm, <https://www.pnp.ru/social/gryzuny-i-damba-iz-za-chegona-samom-dele-zatopilo-gorod-orsk.html?vscld=lvty8naody410140819>

Обзор отечественной научной литературы показал недостаточную изученность рассматриваемого вопроса, что подчёркивает новизну исследования³. В целом нормативно-правовые вопросы данной отрасли не устанавливают критериев безопасности для современной оценки соответствия [5]. В рассматриваемом случае наиболее предметными являются работы И.А. Парабучева где вскрыты основные дефекты (прежде всего правовой) регламентации [6]. Проблемы совершенствования нормирования ИЗ рассмотрены например в [7]. С учетом отмеченного, можно считать, что проблемная ситуация связана с разрывом между выраженной потребностью обеспечения устойчивости пространственного развития (рациональное размещение ГТС и обеспечение их безопасности⁴ в контексте всего жизненного цикла) и несовершенством нормативного регулирования выполнения ИИ и ИЗ и разрешение проблемы требует новых научных знаний.

Объектом исследования являются ИИ и ИЗ при создании ГТС, а его предметом – эффективность соответствующего правового регулирования (нормативные правовые акты, НПА) и стандартизации (Нормативно-технические документы НТД). Цель состояла в выявлении, анализе основных дефектов предметных НПА и НТД для сокращения выявленных недостатков и достигается решением двух основных связанных задач:

1. Выявление предметных НПА и НТД и оценка их эффективности.
2. Выработка предложений по направлениям их совершенствования.

Применены элементы системного подхода, методы анализа, синтеза знаний и др. Принципиально нова сама постановка вопроса.

Прежде всего, важным является корректность нормативной терминологии, онтологическая взаимоувязка терминов и их определений. Вопрос является предметом специальных лингвистических и др. исследований, поэтому ограничимся краткими комментариями.

«Инженерные изыскания» согласно ГрК РФ это изучение природных и техногенных условий в целях рационального и безопасного использования территорий, подготовки данных по обоснованию градостроительного и архитектурно-строительного проектирования⁵, а «Инженерная защита территорий и объектов» - комплекс сооружений для защиты людей, зданий и сооружений, территории от опасных природных процессов и явлений и (или) от техногенного воздействия, террористических угроз, а также для предупреждения (уменьшения) последствий опасных воздействий⁶. Отметим пробел в части уровня ИИ при строительстве, эксплуатации и сносе, а также целесообразность учета в определении ИЗ также защитных мероприятий планировочного характера, увязки с содержанием термина «инженерная подготовка территории» (см. ниже) и учета того, что проектирование ИЗ также осуществляется на основе выполнения ИИ. Термин «Гидротехнические сооружения» в раскрывается перечислением некоторых видов ГРК РФ, что вряд ли корректно⁷.

Реализация вопросов правового обеспечения в части ИИ и ИЗ осуществляется в рамках градостроительных отношений, регулирование которых согласно ГРК РФ может осуществляться не только законодательством о граддеятельности. Более того для отношений по обеспечению строительной безопасности, предупреждению природно-техногенных ЧС, приоритетно специальное законодательство (о защите от ЧС, о безопасности ГТС, о промышленной безопасности), а также технические регламенты о

³ Имплементация зарубежных практик затруднительна из-за различия правовых систем, систем стандартизации, ИИ и ИЗ (так проектирование берегозащитных сооружений например нормативными документами может и не регулироваться [4])

⁴ Прежде всего путем снижения геоэкологических рисков.

⁵ Отметим пробел в части уровня строительства, эксплуатации и сноса.

⁶ Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (384-ФЗ).

⁷ Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (117-ФЗ)

безопасности (ТР). Градзаконодательство в этом случае применяется при пробеле в отмеченном «смежном» законодательстве. Исходя из этого, вначале выполнена выборка и обзор основных специальных НПА⁸, касающихся соответствующих норм (Таблица 1)⁹.

Таблица 1. Характеристика полноты регулирования выполнения ИИ и ИЗ нормами «смежного» федерального законодательства

	68-ФЗ	117-ФЗ	116-ФЗ	384-ФЗ	ТР ТС 014/2011	Некоторые иные ТР
Инженерные изыскания	-/-	-/-	-/-	-/+	-/+	-/-
Инженерная защита	-/+*	-/+**	-/+***	-/+	-/+	-/*

*В части ИЗ населения и территорий от ЧС (применительно к ГТС) требуется дополнительное исследование.

**В части мониторинга (применительно к геотехническому мониторингу для ГТС) требуется дополнительное исследование

***В части прогноза риска аварий на опасных промышленных объектах (применительно к ГТС) требуется дополнительное исследование

Итоги обзора свидетельствуют о наличии пробела в части норм прямого действия, касающихся выполнения ИИ и мероприятий по ИЗ (нормы косвенного характера при этом фрагментарны). В этой связи с учетом структурной приоритетности законодательства (см. выше) оценена полнота регулирования рассматриваемых отношений в составе ГРК РФ и в основных подзаконных актах¹⁰. При этом рассмотрен уровень подготовки документов территориального планирования (ДТП) и документации по планировке территории (ДПТ), объектный уровень разработки проектной и рабочей документации (ПД, РД), а также стадии строительства, эксплуатации и сноса ГТС (Таблица 2).

Таблица 2. Полнота регулирования в составе ГРК РФ и основных подзаконных актов

	Планировочный уровень		Локальный (объектный) уровень			
	ДТП	ДПТ	ПД, РД	Строительство	Эксплуатация	Снос
Инженерные изыскания	-	+	+	+	-	-
Инженерная защита	-	+/-	+	-	-	-

В итоге отмечено, что правовое регулирование выполнения ИИ и ИЗ в целом содержит пробелы и некоторые структурные коллизии (в части соотношения ИЗ с инженерной подготовкой территории и др.). Налицо также недоучет особенностей выполнения ИИ и ИЗ именно для целей ГТС (возможно за исключением стадии разработки проектов для ГТС, образующих водохранилища). Соответственно специальные НПА по выполнению ИИ и ИЗ применительно конкретно к гидротехническому строительству отсутствуют.

⁸ Федеральные законы от 21.12.1994 N 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», от 21.07.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011).

⁹ В графах приводимых таблиц знаками отмечено наличие либо отсутствие норм прямого действия а через слэш – косвенных норм.

¹⁰ Постановления Правительства РФ от 31.03.2017 № 402 «Об утверждении Правил выполнения инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории...», от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», от 18.04.2014 № 360 «О зонах затопления, подтопления» и др.

Исходя из системного подхода оценку ситуации на стандартизацию целесообразно начать со сферы профессиональных квалификаций, вначале анализируя наличие указаний по ИЗ (и конкретно – применительно к ГТС) в составе новых профессиональных стандартов по основным видам ИИ и по инженерной подготовке территории¹¹, Итоги рассмотрения свидетельствуют, что лишь отдельные профстандарты по ИИ содержат указания (общего характера) в части ИЗ. Также очевиден общий пробел по указаниям именно для ГТС (Таблица 3). Кроме того стандарт по инженерной подготовке не соответствует ГРК РФ (в Кодексе отсутствуют нормы на этот счет), что недопустимо¹².

Таблица 3. Отражение предметных вопросов в составе основных профессиональных стандартов

	Инженерные изыскания				Подготовка территории
	Геодетские	Геологические	Гидрометеорологические	Экологические	
Указания по ИЗ	-	+	+	-	+
Указания в части ГРК РФ	-	-	-	-	-

*Указания включены по предложению автора настоящей статьи

Аспект стандартизации ГРК РФ рассмотрен на примере Сводов правил (СП) как основного формата НТД в сфере строительства¹³. Выборка СП осуществлялась из состава Реестра СП, <https://faufcc.ru/deiatelnost/normirovanie-i-standartizatsiia/reestr-svodov-pravil?ysclid=lvuxn0gca8321798169>. Из подраздела 33 «Гидротехнические и мелиоративные сооружения» выбраны: СП 23. «Основания гидротехнических сооружений», СП 38... «Нагрузки и воздействия на ГТС (волновые, ледовые и от судов)», СП 39... «Плотины из грунтовых материалов», СП 40... «Плотины бетонные и железобетонные», СП 41 ... «Бетонные и железобетонные конструкции ГТС», СП 58 ... «ГТС. Основные положения», СП 80 ... «Гидротехнические сооружения речные», СП 81 ... «Мелиоративные системы и сооружения», СП 100... «Мелиоративные системы и сооружения», СП 101 ... «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения», СП 102 ... «Туннели гидротехнические», СП 290 ... «Водопускные ГТС (водосбросные, водоспускные и водовыпускные). Правила проектирования», СП 35 ... «Конструкции бетонные ГТС...», СП 358... «Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах», СП 421... «Мелиоративные системы и сооружения. Правила эксплуатации».

Анализ СП осуществлялся с позиций их (обязательного¹⁴) соответствия законодательству и основополагающим госстандартам¹⁵. Результаты анализа (наиболее значимых СП) приведены в Таблице 4.

¹¹ <https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiv-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/>.

¹² Нормы ГРК РФ носят императивный характер (разрешено только то, что урегулировано в ГРК РФ), при этом по общему правилу содержание профстандартов должно следовать законодательству (тем не менее считаем, что и сам отмеченный пробел ГРК РФ требует отдельной оценки и должен быть устранен)

¹³ Корректность распространения CR на сферу градостроительства вызывает сомнение, <https://cyberleninka.ru/article/n/standartizatsiya-v-gradostroitelstve-osobennosti-problemy-puti-sovershenstvovaniya?ysclid=lvuxe8g2s015098579>.

¹⁴ См. нормы Федерального закона от 29.06.2015 N 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

¹⁵ ГОСТ Р 1.6-2013 «Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертиз», ГОСТ Р 1.19-2023 «Своды правил. Правила построения, изложения, оформления и обозначения».

Таблица 4. Наличие предметных требований¹⁶ в основных нормативно-технических документах, касающихся проектирования гидротехнических объектов

	Планировочный уровень		Локальный (объектный) уровень			
	ДТП	ДПТ	ПД, РД	Строительство	Эксплуатация	Снос
СП 58	-/-	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-
СП 23			+/+	-/-	-/-	-/-
СП 39	-/-	-/-	+/+	+**/+	+**/+	-/-
СП 358	+/-	+/-	+/+	+**/-	+**/-	-/-
СП 421					-/+	
СТО 17330282 2008*	-/-	+*** /+***	+/+	+/+	+/+	+/-
СТО 70238424 2009*	+**/-	+***/-	+/+	-/+	-/+	-/-

*Стандарты организации РусГидро (по проектированию создания соответственно гидроэлектростанций и водохранилищ)

**Рекомендации общего характера (например, о выполнении ИИ в рамках мониторинга)

*** Рекомендации по выполнению ИИ/ИЗ для стадии обоснования инвестиций

По итогу рассмотрения отметим отсутствие требований в части ИИ в СП 58 как в специальном документе по проектированию ГТС (в части ИЗ включены отдельные рекомендации и только для стадии ПД). Все НТД включая СП 421, содержат пробелы требований по ИИ и ИЗ для стадии эксплуатации и сноса пробелы по выполнению ИЗ на планировочном уровне. Стандарты РусГидро содержат требования по ИИ и ИЗ, но они частично пришли в несоответствие с ГРК РФ.

Из подраздела 22 «Безопасность при опасных природных процессах и явлениях и (или) техногенных воздействиях» выбраны: СП 14... «Строительство в сейсмических районах», СП 499... «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от карстово-суффозионных процессов», СП 292... «Здания и сооружения в цунамиопасных районах», СП 116... «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов», СП 104... «Инженерная защита территории от затопления и подтопления», СП 408... «Детальное сейсмическое районирование и сейсмомикрорайонирование для территориального планирования», СП 416... «Инженерная защита берегов приливных морей, СП 436 ... «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов», СП 115... «Геофизика опасных природных воздействий». Результаты анализа основных из них представлены в таблице 5

Таблица 5. Наличие предметных требований в основных СП, касающихся проектирования инженерной защиты

	Планировочный уровень		Локальный (объектный) уровень			
	ДТП	ДПТ	ПД, РД	Строительство	Эксплуатация	Снос
СП 14	-/+*	-/+*	+/+	-/+	-/+	-/-
СП 115	+/-	+/-	+/+	-/+*	-/+*	-/-
СП 104	+*/+*	+*/+*	+/+	-/+	-/-	-/-
СП 116	+*/+*	+*/+*	+/+	-/+	-/+	-/-
СП 408	+/-	+/-			-/+	
СП 499	-/-	-/-	+**/+	+**/+	+**/+	-/-
СП 436	-/-***	-/-***	+**/+	-/-	-/-	-/-

*Включают требования, противоречащие ГРК РФ (например, наличие утративших силу: стадии «выбора площадки» и иерархической структуры «схем инженерной защиты»).

**Содержатся требования по ИИ только в рамках мониторинга.

¹⁶ По выполнению ES/EP (в таблице 5 принят аналогичный формат)

***Содержатся требования (общего характера) только для инженерно-геологических изысканий

По итогам анализа выявлен общий пробел для стадии сноса и недостаточность требований на стадии эксплуатации. Большинство СП не содержит требований по ИИ и ИЗ именно для условий создания ГТС. Ряд СП содержит несоответствия с ГРК РФ (требования для планировочного уровня, иерархическая структура схем ИЗ¹⁷ и др.)¹⁸.

Выборка из подраздела 11 Реестра СП «Инженерные изыскания для строительства» включала: СП 47. ... «Инженерные изыскания для строительства», 2. СП 317. ... «Инженерно-геодезические изыскания», СП 420. ... «Инженерные изыскания для строительства в районах развития оползневых процессов», СП 428. ... «Инженерные изыскания для строительства в лавиноопасных районах», СП 438. ... «Инженерные изыскания при планировке территорий», СП 446. ... «Инженерно-геологические изыскания», СП 449. ... «Инженерные изыскания для строительства в районах распространения набухающих грунтов», СП 479. ... «Инженерные изыскания для строительства в районах развития селевых процессов», СП 482. ... «Инженерно-гидрометеорологические изыскания», СП 493. ... «Инженерные изыскания для строительства в районах распространения многолетнемерзлых грунтов», СП 448. ... «Инженерные изыскания для строительства в районах распространения просадочных грунтов», СП 502. ... «Инженерно-экологические изыскания», СП 504. ... «Инженерные изыскания для строительства на континентальном шельфе». Результаты анализа основных из них представлены в таблице 6

Таблица 6. Наличие специальных требований для гидротехнического строительства в основных СП, касающихся выполнения инженерных изысканий

	Планировочный уровень		Локальный (объектный) уровень			
	ДТП	ДПТ	ПД, РД	Строительство	Эксплуатация	Снос
СП 47	+	+	+	+	+	-
СП 317	+++	+++	+++	-	-	-
СП 104	-	-	-	-	-	-
СП 116	-	-	-	-	-	-
СП 408	-	-	-	-	-	-
СП 499	-	-	-	-	-	-
СП 436	-	-	-	-	-	-

*Наблюдения в рамках инженерно-гидрометеорологических изысканий

**Инженерно-гидрографические работы, инженерные топографические планы

Анализ выявил пробелы в части инженерно-гидрометеорологических изысканий (допущены и отдельные коллизии с «базовым» СП 47), пробелы в части инженерно-экологических изысканий, изысканий для целей планировки территории, ИИ для условий оползней и лавин, а также для уровня сноса. Все это может означать, что выполнение ИИ для целей создания ГТС осуществляется в универсальном порядке, то есть без учета особенностей (требований к ИИ) данного вида строительства. Отметим и положительную тенденцию: в составе некоторых новых СП «выбор площадок/трасс» начинают приравнивать к подготовке Обоснования инвестиций. Впрочем, это лишь полумера, так как согласно ГРК РФ такой «выбор» осуществляется в составе проекта планировки территории.

¹⁷ Нивелирование темы ЕР в UPS, на наш взгляд, способствовало демонтажу системы ЕР (вопрос, требует дополнительного исследования и оценки).

¹⁸ Это не только показательный пример дефекта стандартизации, но и демонстрация нивелирования норм по ЕР в составе UPS, что способствовало демонтажу национальной системы ЕР (вопрос, требует дополнительного исследования и объективной оценки).

Рассмотрены и некоторые иные документы: СП 42... «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», СП 277... «Сооружения морские берегозащитные», СП 416... «Инженерная защита берегов приливных морей», а также действующие ВСН 34.2-88 «Инженерно-геологические изыскания для гидроэнергетических сооружений», утвержденные Минэнерго СССР еще в 1988 году (Таблица 7).

Таблица 7. Наличие требований по выполнению изысканий и защиты для гидротехнического строительства в иных документах по стандартизации

	Планировочный уровень		Локальный (объектный) уровень			
	ДТП	ДПТ	ПД, РД	Строительство	Эксплуатация	Снос
СП 42	-/-	-/+	-/+			
СП 277	+*/+*	+*/+*	+*/+*	-/-	-/-	-/-
СП 416	+*/+*	+*/+*	+*/+*	-/-	-/-	-/-
ВСН 34.2-88	-/-	+*/+*	+/+*	+/+*	+/+*	-/-

* Требования общего характера (замечены также нарушения норм ГРК РФ с части схем ИЗ, см. выше)

В ходе их анализа также выявлен ряд пробелов, прежде всего это отсутствие требований по ИИ в СП 42 (базовый документ для планировочного уровня). Пробелы в части ИИ и ИЗ применительно к стадиям строительства, эксплуатации и сноса ГТС (СП 277 и СП 416). При этом подобные (обобщенные) требования содержит ВСН 34.2-88 как и требования для отраслевого проектирования («изыскания для схемы комплексного использования реки»). Последнее не соответствует нормам ГРК РФ, однако отсутствие разграничения ИИ с изысканиями для отраслевого проектирования, а также нивелирование роли планировки территории характерно и для современных НТД (СП 23, СП 58 и др.)¹⁹.

Подобная негативная тенденция характерна и для новых НТД системы МЧС России, что во многом это связано с тем, что техзадания на разработку новых НТД шаблонные, не учитывают в частности рассматриваемые особенности выполнения ИИ и мероприятий ИЗ для целей создания ГТС²⁰.

Таким образом в ходе аналитического обзора выявлены дефекты системы правового и технического регулирования в отношении выполнения ИИ и ИЗ при гидротехническом строительстве. Предмет исследования значим, но и сложен (стык градостроительной и иных видов деятельности), что слабо учитывается при формировании «политик» в соответствующих документах стратегического планирования и их реализации. Полнота и качество регулирования рассматриваемых отношений в составе федеральных законодательных и подзаконных актов недостаточная, что почти «зеркально» порождает дефекты большинства НТД (пробелы, коллизии, дублирование и др.). Это во многом касается и рассмотренных профстандартов.

Выявленные дефекты регулирования приводят к ошибкам размещения ГТС, снижают уровень их безопасности и могут вызывать ЧС, а их причины на наш взгляд, носят системный характер. В целом они связаны с недостаточной эффективностью госуправления в рассмотренном секторе (ведомственность, недостаток «политического» внимания, научного сопровождения, использования научно-технического «наследия», ослабление международной коллаборация в этой сфере и др.).

¹⁹ Показательно продолжение игнорирования учета нормативной структуры градостроительности в НТД по созданию НС в новом СТО РусГидро 01.01.136-2022 «Методика разработки внестадийной предпроектной документации малых гидроэлектростанций».

²⁰ Свежий пример – тендер Минстроя России по разработке проекта изменения к CR 104, а также проекта пересмотра CR 42, <https://zakupki.kontur.ru/32413273768?ysclid=lvw0phmjpl522016786>

Соответственно можно рекомендовать такие пути совершенствования, требующие в частности продолжения исследований²¹.

1. Усиление межведомственного взаимодействия Минстроя России с иными ведомствами как условие:

- доработки и дополнительной гармонизация целеполагающих и отраслевых («политических») документов стратегического планирования с учетом значимости ГТС;

- планомерного и системного развития соответствующих НПА с ликвидацией отмеченных дефектов;

- переработки, планомерного и системного развития СП и иных предметных НТД с ликвидацией дефектов (гармонизация с НПА, учет научно-технического «наследия», требований ГОСТ Р 1.19-2023, использование формата предварительного стандарта, охват всех видов ИИ, акцент на функции мониторинга, учет особенностей территорий новых субъектов РФ и др.);

- повышения качества мониторинга НТД, проведения НИР обосновывающего характера, поддержка НПА и НТД развитием нормативно-методических документов.

2. Расширение международной научно-технической коллаборация (страны БРИКС и др.).

3. Учет контекста реформы техрегулирования в строительстве, https://nostroy.ru/company/news/?COMP_ID=t_news&CUR_TAB=0&eid=39579.

4. Учет проблематики ГТС в проекте Дорожной карты развития ИИ, <https://www.nopriz.ru/news/?ID=35042>.

5. Воссоздание системы и структуры ИЗ с акцентом на превентивность защиты, ее онтологическая и организационно-технологическая увязка с инженерной подготовкой территории.

6. Более тесное сотрудничество Технических комитетов Росстандарта (ТК 506, ТК 465, ТК 071, ТК 507 и др.).

7. Доработка профстандартов в сфере ИИ и внедрение их в образовательные программы университетов.

Литература

1. S. Schmutz and O. Moog, tto (2018), "Dams: Ecological Impacts and Management", Riverine Ecosystem Management, Cham: Springer International Publishing, pp. 111–127.

2. V.L. Belyaev Geocological aspects of rationing when СПеating energy facilities in Russia E3S Web of Conferences 376, 05020 (2023)

3. Новиков Д. А. Методология управления. – Москва: Либроком, 2011 – 128 с. (Серия Умное управление»).

4. Тлявлиня Г. В., Тлявлин Р. М. Техническое регулирование в области проектирования берегозащитных сооружений // Строительство в прибрежных курортных регионах, Материалы X Международной научно-практической конференции, Сочи, 21–25 мая 2018 года, том 1. – Сочи: Сочинский государственный университет, 2018, с. 201-205.

5. Пахомова А. А., Милованова Е. А. Гидротехническое строительство в Российской Федерации: проблемы и перспективы // Экономика и предпринимательство, 2024. – № 2(163), с. 501-503.

6. Парабучев И. А. Современная нормативно-правовая база инженерных изысканий для гидроэнергетического строительства // Гидротехническое строительство, 2015, № 2, с. 23-31.

²¹ Малоизучен например вопрос выполнения изысканий на «приплотинных территориях» с реализацией на них мероприятий по ИЗ [8]

7. Маций С. И., Федоровский В. Г. Актуальные проблемы совершенствования нормативной базы в области инженерной защиты // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2019, № 4. с. 25-29..

8. Шумакова Е. М., Кондрашина П. В. Российский и зарубежный опыт освоения территорий, прилегающих к крупным плотинам // Вестник Московского университета. Серия 21, 2015, №2, с. 65-79

Возможности QGIS при подготовке обучающего набора данных для классификации изображений природных ресурсов на спутниковых снимках Юрченко П. В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

Классификации изображений природных и антропогенных объектов на спутниковых снимках уделяется значительное внимание в современных исследованиях и публикациях. Выбор алгоритмов классификации зависит от вида классифицируемых природных ресурсов, технологических и технических возможностей [3].

Целью данной работы является поиск наиболее результативного алгоритма классификации изображений природных ресурсов на спутниковых снимках, отображающих территорию Большеболдинского района. В качестве одного из важнейших природных ресурсов для исследуемой территории были выбраны лесные массивы.

Объектом исследования стали космические снимки на территорию Большеболдинского муниципального района Нижегородской области.

Предмет исследования – алгоритмы классификации изображений природных ресурсов (в частности, лесных массивов) на спутниковых снимках, реализуемые плагинами QGIS.

Методы обработки и анализа изображений дистанционного зондирования Земли, использованные в данном исследовании, включают предварительное удаление облаков и шумов, подготовку и разметку векторных слоев, настройку параметров классификаторов для создания набора данных.

Для оценки, наблюдения и анализа изменений геометрии природных объектов даже на относительно небольшой по площади территории могут требоваться значительные объемы данных. Разрабатываемый алгоритм классификации изображений, полученных со спутниковых снимков, основан на комплексном использовании возможностей ГИС QGIS и нейросетевых алгоритмов, реализованных на языке Python. При этом одним из наиболее важных этапов разработки алгоритма является подготовка обучающего набора данных, которая проводится с применением плагинов, доступных в среде QGIS, например dzetsaka.

Под результативностью алгоритма в контексте данного исследования понимается минимизация ошибок при классификации изображений на тестовых снимках. Классифицировать изображения определенных объектов, например, лесных массивов, это значит выделить на снимке пиксели, относящиеся к данным объектам, и не затрагивать пиксели, к ним не относящиеся. В свою очередь под ошибками понимается определенный неизбежно возникающий процент неверно распознанных на снимке пикселей. Здесь возможны ошибки двух видов: во-первых, пиксели, относящиеся к классифицируемым объектам, классифицируются как не относящиеся к таковым, а, во-вторых, пиксели, не относящиеся к классифицируемым объектам, классифицируются неверно – как относящиеся. Предполагалось, что если для проведения исследования взять небольшой фрагмент (сцену) спутникового снимка, то это позволит провести более точную классификацию, так как обучающий набор данных можно будет создать, выделив максимально возможное количество подходящих для точного распознавания эталонных участков [1].

При подготовке обучающего набора данных в QGIS были выполнены следующие этапы:

- выбор спутникового снимка, содержащего изображение исследуемой территории;
- поканальная сборка снимка для дальнейшей работы в QGIS;
- выделение на снимке фрагмента, содержащего лесные массивы;
- установка плагина dzetsaka в QGIS;
- создание векторного слоя выделенного фрагмента снимка;
- выделение на снимке эталонных участков лесных массивов и эталонных участков объектов, к ним не относящихся;
- выбор алгоритма классификации в плагине dzetsaka;
- создание одноканального классифицированного растра по соответствующему фрагменту спутникового снимка, который совместно с исходным фрагментом снимка составит обучающий набор данных для нейросетевого алгоритма [2].

Работа по выбору подходящего спутникового снимка включала просмотр и изучение снимков, выполненных спутниками LANDSET-8 и LANDSET-9. Необходимо было найти наиболее четкий и не содержащий шумов снимок, сделанный в хорошую погоду в то время года, когда исследуемые территории не содержат снежный покров. В итоге данного этапа был выбран снимок, сделанный спутником LANDSET-8 в июне 2016 года.

В программе QGIS был собран из 7 каналов выбранный снимок спутника LANDSET-8, из которого выделен фрагмент для исследования.

Снимок состоит из следующих 7 каналов:

- 1) синий;
- 2) зелёный;
- 3) красный;
- 4) один ближний инфракрасный;
- 5) два дальних инфракрасных канала;
- 6) панхроматический.

Для работы нам необходимо расширение GDALTools, которое входит в состав QGIS начиная с версии 1.5.0. В работе была использована версия QGIS 3.34.4, где были проведены необходимые настройки, в частности, вызван «Менеджер модулей» из меню «Модули → Управление модулями» и, далее, активированы нужные расширения [4].

Для сборки растра из каналов был выбран способ «виртуального» объединения каналов: создание виртуального растра (GDAL Virtual Format).

Далее были выбраны исходные каналы, результирующий файл (это будет файл с расширением *.vrt и структурой обычного XML), значение «нет данных» (0), «сохранять в каналах» (ключ -separate, иначе получится одноканальный растр).

Пункт «Разрешение» отвечает за разрешение создаваемого виртуального растра: исходные файлы могут быть разного размера. Например, при выборе «максимальное» результирующий растр будет иметь разрешение, соответствующее максимальному разрешению из набора исходных файлов. После нажатия «ОК» создается *.vrt файл, с которым можно работать точно так же, как с любым обычным растром. Операций с самими растрами не производится. После этого были выполнены настройки отображения растра.

По умолчанию растр загружается с использованием стандартной комбинации каналов 1-2-3, что не всегда удобно. Изменить комбинацию каналов и некоторые другие параметры отображения растра можно в диалоговом окне «Свойства слоя» (вызывается из контекстного меню слоя с помощью нажатия правой кнопки мыши, пункт «Свойства»).

Комбинация каналов и алгоритм улучшения контраста настраиваются на вкладке «Стиль».

В данном случае стояла задача провести классификацию, которая бы позволила отделить пиксели лесных массивов, от прочих на фрагменте спутникового снимка. Для

этого была произведена векторизация эталонных участков, по которым в дальнейшем были созданы одноканальные растры с помощью четырех базовых моделей классификации, позволивших выделить лесные массивы на всем фрагменте снимка, отделив их от остальных объектов на нем.

В качестве базовых моделей классификации изображений на спутниковых снимках плагин dzetsaka использует Gaussian Mixture Model (GMM), Random Forest (RF), Support Vector Machines (SVM) и K-Nearest Neighbors (KN). Подготовленные с их применением одноканальные растры визуально различались, но установить это различие было достаточно трудно. Можно сделать вывод о том, что все четыре алгоритма классифицировали основную часть пикселей, относящихся к лесным массивам, примерно одинаково. Различия были заметны только в тех случаях, когда классифицировались вырубленный и молодой леса, некоторые части таких лесов были не всегда точно распознаны. В дальнейшем созданные на основе полученных одноканальных классифицированных растров обучающие наборы данных применялись в алгоритмах машинного обучения с учителем (ML) и изучения полученных результатов классификации.

Диаграммы иллюстрируют результаты работы алгоритма с исходными наборами данных, созданными с помощью четырех способов классификации данных при двух итерациях в алгоритме (рис. 1) и при шести (рис. 2).



Рис. 1. Результаты работы алгоритма с двумя итерациями

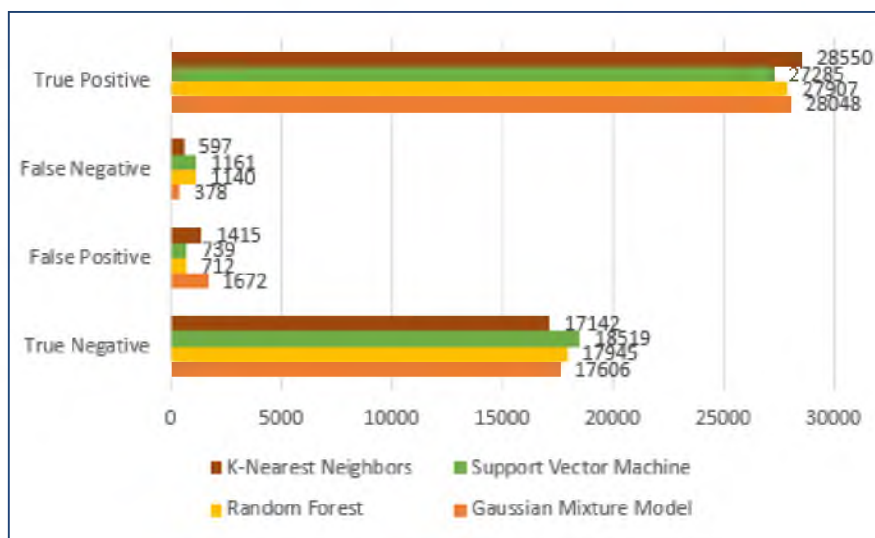


Рис. 2. Результаты работы алгоритма с шестью итерациями

После всех экспериментальных запусков алгоритма можно сделать вывод, что все выбранные для создания набора данных алгоритмы классификации в целом дают хороший результат после применения на тестовом растре. Результативность алгоритмов, оцениваемая параметрами матриц ошибок, сравнима между собой и в целом оценена положительно. Можно отметить, как менее результативный, алгоритм, использующий набор данных, созданный при помощи метода опорных векторов (Support Vector Machines). При этом наиболее результативным показал себя алгоритм, использующий набор данных, созданный при помощи метода «Случайный лес» (Random Forest). Эксперименты, проводимые с увеличением количества итераций (эпох) с двух до шести, показали улучшение результатов работы алгоритма, использующего набор данных, созданных с помощью метода Support Vector Machines. Одновременно с этим, методы K-Nearest Neighbors и Gaussian Mixture Model незначительно ухудшили свои показатели правильности распознавания классифицируемых пикселей при увеличении количества эпох обучения нейросети.

Проведенное исследование предполагает продолжение эксперимента в части прогнозирования временного развития геометрических характеристик лесных массивов с применением алгоритмов машинного обучения, что позволит в дальнейшем осуществлять территориальное планирование природных ресурсов Большеболдинского района на более точном и качественном уровне.

Ближайшей перспективой исследования является увеличение количества классифицируемых видов природных ресурсов для информативного мониторинга и дальнейшего прогнозирования изменения ландшафта земной поверхности на территории Большеболдинского муниципального района. Помимо лесных массивов могут быть также рассмотрены поверхностные водные объекты, земли сельскохозяйственного назначения и другие природные объекты.

Классификация природных ресурсов и точность прогнозирования их изменений с течением времени продолжает оставаться важной задачей на сегодняшний день.

Литература

1. Шалькевич Ф. Е., Давидович Ю. С. Тематическое дешифрирование : электронный учебнометодический комплекс для специальности: 1-31 02 03 «Космоаэрокартография»; БГУ, Фак. географии и геоинформатики, Каф. геодезии и космоаэрокартографии. – Минск : БГУ, 2022. – 132 с.
2. Шалькевич Ф. Е. Использованию данных дистанционного зондирования Земли из космоса для распознавания изображения дорог в лесном хозяйстве. – Москва. - Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. - 2024 234 с.
3. Орлов В. А. Автоматизированное распознавание лесных дорог по космическим снимкам // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2006. № 14. С. 1-4.
4. Географические информационные системы и дистанционное зондирование GISLAB. Перечень материалов: - URL: <https://gis-lab.info/qa/qgis-landsat-merge.html> (дата обращения 17.05.2024).

Секция 3. Инновационные технологии геодезии и землеустройства

Инновационные технологии в инженерно-геодезических работах

Вырвинская О. В., Подшивалов В. П.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь, магистрант
Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь, руководитель

С развитием современных технологий формирования, обработки и представления баз инженерно-геодезических данных принципиально важным является обоснование рациональных методов их применения при различных условиях производства.

В последнее десятилетие можно наблюдать бурный рост геодезического производства: инновационными технологиями сбора, обработки и представления геодезических данных.

Современные технологии расширяют и упрощают круг решения инженерно-геодезических задач. Их преимущества в обеспечении достоверной и точной информации, что является важным этапом в оперативности принятия тактических решений.

Происходит процесс интеграции беспилотных систем в производственный процесс для повышения производительности и обеспечения качества в формировании баз данных на основе современных приборов.

Современное геодезическое оборудование дает возможность обработки растровых изображений с привязкой планово-высотного положения, положения в реальном времени.

При работе с беспилотниками существует возможность задания маршрута полета, что уменьшает количество задействованных сотрудников и позволяет сократить затраты на производственные процессы. Также стало возможным повысить уровень безопасности при выполнении работ в сложных рельефных условиях.

Геодезические беспилотники помогли сократить время на выполнение геодезических работ на 75%.

Лазерный сканер - измерительный прибор, выполняющий измерение углов и расстояний для создания «облака точек» при отражении лазерного излучения от отражающей поверхности.

Лазерный сканер излучает луч лазера в сторону цели и измеряет время. Это измерение времени позволяет сканеру рассчитывать точные расстояния, создавая «облако координированных точек». Каждая точка в облаке имеет определенную координату, что позволяет осуществить цифровую реконструкцию поверхности объекта в трех измерениях.

Технологии лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки имеют целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными геодезическими методами. По итогам лазерного сканирования вместе с цифровой аэрофотосъемкой получают ЦММ и ЦМР, цифровые топографические карты и планы, а также цифровые модели инженерных объектов (компрессорных станций, электрораспределительных станций, цехов, трубопроводов и т. п.).

К достоинством данных технологий можно отнести то, что полученный по итогам лазерного сканирования вместе с цифровой аэрофотосъемкой цифровой объект может быть сразу использован в географической информационной системе (ГИС) или системе автоматического проектирования (САПР). Данная специфика помогает избежать промежуточные действия по оцифровке данных и в разы повышает эффективность использования результатов съемки. В проектировании и реконструкции они упрощают процесс, который позволяет спрогнозировать последствия природных катаклизмов и чрезвычайных происшествий, применяются в мониторинговых исследованиях устойчивости объектов и т. д..

Спутниковые измерения – высокоточный способ определения геопространственных координат. Он используется для решения навигационных, климатических, геологических и иных инженерных задач.

В настоящее время спутниковые геодезические измерения применяются в проектировании инженерных объектов, топографических и кадастровых съемках, позволяет выполнить мониторинг больших территорий и вести наблюдения за деформациями объектов в режиме реального времени.

Положительные моменты спутниковых измерений:

- климатические условия и этап времени практически не оказывают воздействие на проведение измерений;
- из-за уменьшения давления и плотности атмосферы получаем измерения высокой надежности;
- возможность выполнения измерения во время движения;
- наблюдение различных изменений в постройках или на поверхности земной коры;
- повышение трудовой эффективности и сведения к минимуму погрешностей [1].

Достоинством ГНСС является возможность определения координат точек в определенной системе координат на больших расстояниях и в следствии этого значительно сокращаются трудозатраты.

Тахеометр — это высокотехнологичный геодезический инструмент, который часто используется при геодезии, строительстве и гражданском строительстве.

Тахеометры в основном используются геодезистами и инженерами-строителями либо для записи объектов, как при топографической съемке, либо для определения объектов (таких как дорога, дома или границы). Он точно рассчитывает углы и расстояния между объектами местности и сохраняет информацию в цифровом формате. С использованием этих оцифрованных данных можно создавать карты, эскизы и 3D-модели.

Фундаменты, стены и колонны зданий размечаются с помощью тахеометров на протяжении всего строительства. На протяжении всего процесса строительства они также используются для проверки уровня и выравнивания конструктивных элементов, а также используются для наблюдения за структурными движениями и деформациями. При использовании электронного тахеометра минимизируются ошибки наблюдателя. Прибор обеспечивает превосходную точность и эффективность, но требует некоторой подготовки и опыта.

Существует много различных программ для обработки данных полевых измерений. Программы AutoCAD и ТИМ КРЕДО в геодезической практике используются наиболее часто.

Благодаря использованию программы AutoCad уменьшается срок выполнения камеральных работ, а следовательно, получается более быстрое и точное выполнение; повышение качества; ускорение расчетов и анализа при их исполнении.

Использование программы AutoCad облегчает и делает работу инженеров - геодезистов более качественной и эффективной.

Программная система ТИМ КРЕДО обеспечивает автоматизацию решения задач обработки инженерно-геодезических изысканий.

Программное обеспечение ТИМ КРЕДО включает в себя различные инструменты для геодезистов, с помощью которых стало возможным решать задачи от первоначальной обработки данных, до получения цифровой модели местности объекта. ТИМ КРЕДО сделало возможным обрабатывать данные, полученные с помощью различного геодезического оборудования: тахеометров, спутникового оборудования, нивелиров, лазерных сканеров, беспилотных летательных аппаратов, фотосъемки и другим специальным оборудованием [2].

Практическая реализация. В отличие от обычных методов, которые основаны на контурных методах измерений, современные методы производят координатным способом. Традиционные методы просты позволяют контролировать простую геометрию объекта и в

то же время трудоёмкие и времязатратные при обработке. Координатные же методы позволяют контролировать любую геометрию объекта и соответственно более универсальны.

Для вынесения в проектное положение элементов оси трассы линейных сооружений существует много различных способов.

Разбивка оси трассы является одним из основных видов геодезических работ, и состоит в выносе и закреплении на местности планового и высотного положения характерных точек и проектных поверхностей, необходимых для строительства того или иного инженерного сооружения.

Геодезисты сталкиваются с задачей разработки формул для вычисления всех элементов оси трассы. Эти формулы должны быть универсальными, чтобы можно было использовать их независимо от конфигурации трассы и комбинации данных элементов. В последующем, на местности, будет выполняться детальная разбивка пикетажных точек с помощью электронных тахеометров, а также спутниковых систем позиционирования. Основная цель - обеспечить точность вычислений, достаточную для конкретного вида сооружения, независимо от того, точки находятся на прямолинейных или криволинейных участках трассы [3].

Для решения этих задач необходимо рассмотреть общее координатное описание оси трассы линейного сооружения (трасса расположена в одной координатной зоне), воспользовавшись теорией из работ [3, 4, 5].

Ежедневно сталкиваясь с огромным количеством данных созданные наземными и космическими техники, а это означает, что геодезисты должны также быть в курсе развивающихся технологий для управление данными и распространение продукции. Необходимо будет предпринять действия по адаптации таких технологий, как Искусственный интеллект, виртуальная реальность, Интернет. Несмотря на то, что эти технологии позволяют эффективно анализировать и использовать данные, необходимо обеспечить соответствие результатов принципам физических наук, которые объясняют изменения в системе Земли, поэтому методологии анализа должны развиваться параллельно с технологиями обработки данных. Однако, полагаясь исключительно на технологические достижения, не хватает человеческих ресурсов, способных решать важнейшие задачи, связанные с анализом и интерпретацией геодезических данных.

Литература

1. Метод спутниковых геодезических измерений [Электронный ресурс]- Режим доступа: <https://geo-teo.ru/stati/metod-sputnikovyx-geodezicheskix-izmerenij/>
2. Формирование информационной модели по данным инженерно-геодезических изысканий [Электронный ресурс]. URL: <https://credo-dialogue.ru/tekhnologii/geodeziya.html>
3. Подшивалов В. П. Теоретические основы координатных методов детальной разбивки оси трассы линейных сооружений // Наука-образованию, производству, экономике: материалы 18-й Международной научно-технической [Электронный ресурс]/ Белорусский национальный технический университет, Факультет транспортных коммуникаций; редкол.: С. Н. Соболевская (гл. ред.), С. Е. Кравченко.- Минск: БНТУ, 202.- С. 243-246.
4. Подшивалов В. П., Мкртычян В. В. Основы автоматизации формирования координатной среды геоинформационных систем // Геофорум. Нижний Новгород: Материалы I Всероссийской научно-практической Конференция с международным участием, Нижний Новгород, 25-27 апреля 2023 года. - Нижний Новгород. - Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, 2023. - С. 89-93.
5. Будо А. Ю. Возможности программного продукта Кредо Трансдор 3.0 для задач дорожного строительства // Проблемы и перспективы развития автомобильных дорог СНГ [Электронный ресурс] : материалы Международной научно-практической конференции,

посвященной 90-летию Леоновича Ивана Иосифовича / ред.: С. Н. Соболевская, Е. В. Богданова. – Минск.: БНТУ, 2019. – С. 43-50.

Информационная модель объекта оценки **Курилова М. Д., Пылаева А. В.**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, магистрант

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, руководитель

Налог на недвижимое имущество в Российской Федерации (далее РФ) взимается согласно кадастровой стоимости, определенной на основании Федерального закона от 3 июля 2016 года № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» [0] и приказа Росреестра от 04.08.2021 № П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (далее Методические указания) [0].

Согласно 23 статье «Фонд данных государственной кадастровой оценки» [0] ведение фонда данных государственной кадастровой оценки (далее ФД ГКО) осуществляется органом регистрации прав или публично-правовой компанией Роскадастр (далее ППК Роскадастр). ППК Роскадастр обеспечивает включение в ФД ГКО сведений и материалов о проведении тура государственной кадастровой оценки (далее ГКО), а также об определении кадастровой стоимости вновь учтенных объектов недвижимости и сведения об исправлении ошибок, допущенных при проведении тура ГКО. Также в ФД ГКО включаются иные сведения о кадастровой стоимости (далее КС), о порядке и об обоснованиях ее определения. Перечень таких сведений регламентируется приказом Росреестра от 06.08.2020 года № П/0278 «Об утверждении Порядка ведения фонда данных государственной кадастровой оценки и предоставления сведений, включенных в этот фонд, а также Перечня иных сведений о кадастровой стоимости, о порядке и об основаниях ее определения, требований по их включению в фонд данных государственной кадастровой оценки» (далее приказ о Порядке ведения ФД ГКО) [0].

На ФД ГКО государственные бюджетные учреждения (далее ГБУ) субъектов РФ размещают отчеты о проведении тура ГКО. На данный момент на ФД ГКО доступны отчеты о турах ГКО с 10.12.2010 года по 15.11.2023 года. Также на ФД ГКО содержится информация об изменении кадастровой стоимости отдельного объекта недвижимости (далее ОН). Для просмотра данных необходимо ввести кадастровый номер ОН. На странице просмотра сведений об объекте оценки содержится информация о всех турах ГКО, в которых участвовал объект, а также диаграмма кадастровых стоимостей.

Для подробной информации о расчете КС необходимо нажать на кадастровую стоимость, того тура, о котором нужны подробные сведения. На сайте ФД ГКО доступна информация о способе расчета кадастровой стоимости. Для объекта указываются общие сведения, такие как кадастровый номер объекта, вид объекта недвижимости, назначение объекта недвижимости, площадь в квадратных метрах, местоположение (Рис. 1).

Кроме общих сведений на сайте указываются данные о результатах определения кадастровой стоимости такие как кадастровая стоимость, дата определения КС, наименование оценочной группы/подгруппы, в которую был определен объект, способ определения стоимости, иными словами, метод определения КС, а также модель оценки КС (Рис. 1). Далее представлен пример модели оценки КС (Ф.1), размещенный на сайте ФД ГКО.

$$548.231000958475 * EXP (+0.134436703573518 * ЦОФ1 + 0.0000327459831971844 * (1495.567 + 22.923 - ЦОФ2) + 0.0000727301128638412 * (8063.685 + 0.00 - ЦОФ4) + 1.10594540752506 * ЦОФ6). \quad (1)$$

Фонд данных государственной кадастровой оценки

Поиск осуществляется по полному соответствию введенному кадастровому номеру объекта недвижимости.

38:36:000033:27256

[Вернуться](#)

Сведения об объекте недвижимости из процедуры [ГКО зданий, помещений, сооружений. ОНС, м/м Иркутской области в 2023 г.](#)

Сведения об объекте недвижимости из отчета

Кадастровый номер: 38:36:000033:27256
 Вид: Помещение
 Назначение: Жилое
 Площадь: 87,7 кв.м
 Местоположение: Иркутская область, г. Иркутск, ул. Касьянова
 Дополнительные сведения: Иркутская область, г. Иркутск, ул. Касьянова, д. . кв.
 Сведения об объекте недвижимости в режиме online: [Посмотреть](#)

Сведения о результатах определения кадастровой стоимости

Кадастровая стоимость: 8 076 054,46 руб.
 Дата вступления в силу: 01.01.2023
 Наименование оценочной группы: Группа 14Все ОНКОЭСМЖилоеПомещение1, ИркутскМодель
 Способ определения стоимости: Статистическое моделирование
 Модель оценки: $548.231000958475 \cdot e^{x_1} + 0.134435703573518 \cdot ([\text{Районы города}]) + 0.0000327458831971844 \cdot ((1495.557 + 22.923 \cdot \text{Расстояние до остановок общественного транспорта (в т.ч. автовокзалы, автостанции, автобусные остановки и т.п.)}) + 0.0000727301128638412 \cdot ((8063.685 + 0.00 \cdot \text{Расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта})) + 1.10584540752506 \cdot ([\text{Материал стен (код)}])$

СЕРВИСЫ

- Проверка состояния запроса online
- Проверка электронного документа
- Сервис формирования квитанции
- Публичная кадастровая карта
- Получение сведений из Фонда данных государственной кадастровой оценки
- Открытые данные
- Реестр кадастровых инженеров
- Сервис для взаимодействия с саморегулируемыми организациями

Рис. 1. Сведения об объекте недвижимости на ФД ГКО

Также на странице объекта оценки находится перечень ценообразующих факторов (далее ЦОФ), использованных при построении модели оценки КС (Рис. 2).

Описание ценообразующих факторов объектов оценки, использованных при построении модели оценки

Наименование ценообразующего фактора	Значение	Размерность	Подставляемое значение
Ф1: Районы города	Свердловский район	-	0.970611939937583
Ф2: Расстояние до остановок общественного транспорта (в т.ч. автовокзалы, автостанции, автобусные остановки и т.п.)	209.482	м	209.482
Ф3: Расстояние от населенного пункта до административного центра субъекта РФ (г. Иркутск)	0	км	0
Ф4: Расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта	394.274	м	394.274
Ф5: Численность населения в населенном пункте, чел.	612 109	чел.	612 109
Ф6: Материал стен (код)	Из прочих материалов	-	1
Ф7: Площадь (код)	4	-	1.07377929518241
Ф8: Год постройки	2 009	ед.	2 009
Ф9: Этажность здания (код)	3	-	1.08400808904165
Ф10: Этаж расположения (код)	2	-	1

Рис. 2. Описание ценообразующих факторов объектов оценки города Иркутска, использованных при построении статистической модели оценки

В таблице 1 представлен перечень ценообразующих факторов, подставляемые в модель оценки КС.

На основе представленных данных, можно сделать вывод, что на ФД ГКО содержится достаточно информации об обосновании получения той или иной кадастровой стоимости. Владелец объекта недвижимости может подставить в модель оценки КС значения ценообразующих факторов и получить тоже самое значение кадастровой стоимости.

Не смотря на все сказанное, сервис ФД ГКО имеет значительные недостатки. Например, ввиду особенностей сайта, на ФД ГКО может отображаться неполная формула определения кадастровой стоимости, в том случае, если она превышает количество символов, допустимое для отображения. Это можно заметить на представленном примере – в таблице 1 с описанием ЦОФ представлена информация о десяти ценообразующих факторов, а в формуле с сайта (Ф.1) представлена информация о четырех ЦОФ. Для получения сведений о полной модели оценки КС владельцу объекта недвижимости необходимо скачать отчет о ГКО и найти объект во множестве файлов.

Таблица 1. Описание ценообразующих факторов объектов оценки города Иркутска, использованных при построении статистической модели оценки

№	Наименование ценообразующего фактора	Значение фактора	Размерность фактора	Подставляемое значение
ЦОФ1	Район города Иркутска	Свердловский район	-	0.970611989937583
ЦОФ2	Расстояние до остановок общественного транспорта города Иркутска (в т.ч. автовокзалы, автостанции, автобусные остановки и т.п.)	209.482	м	209.482
ЦОФ3	Расстояние от центра населенного пункта до административного центра (Иркутск)	0	км	0
ЦОФ4	Расстояние от объекта до историко-культурного центра города Иркутска	394.274	м	394.274
ЦОФ5	Численность населения в городе Иркутск	612 109	чел.	612 109
ЦОФ6	Материал стен помещения/здания	Из прочих материалов	-	1
ЦОФ7	Площадь объекта оценки	4	-	1.07377929518241
ЦОФ8	Год постройки здания	2009	год	2009
ЦОФ9	Этажность здания	3	-	1.08400808904165
ЦОФ10	Этаж расположения помещения	2	-	1

В рамках исследования был выбран объект недвижимости с кадастровым номером 38:36:000033:27256, находящийся в Иркутской области, город Иркутск. Согласно туру ГКО, по состоянию на 01.01.2023 года [0], кадастровая стоимость выбранного объекта составляет 8 076 054,46 руб. Площадь объекта оценки составляет 87,7 квадратных метров. Для проверки сведений, размещенных на ресурсе ФД ГКО, в формулу (1) были подставлены значения ЦОФ, представленные в таблице 1, в результате было получено математическое выражение (2).

$$548,231000958475 * EXP (0,134436703573518 * 0,970611989937583 + 0,0000327459831971844 * (1495,567 + 22,923 - 209,482) + 0,0000727301128638412 * (8063,685 + 0 - 394,274) + 1,10594540752506 * 1). \quad (2)$$

По выражению (2) было получено значение 3441,937 рублей – это удельный показатель кадастровой стоимости (далее УПКС), который был умножен на площадь объекта (87,7 кв.м), для получения КС. После умножения УПКС на площадь объекта недвижимости было получено следующее значение кадастровой стоимости 301 857,94 рублей, что составляет только 3,74% от рассчитанной кадастровой стоимости в рамках тура ГКО за 2023 год [0]. Такая разница в размере кадастровой стоимости заключается в том, что на сайте представлена неполная модель оценки КС.

Из отчета ГКО Иркутской области за 2023 год [0] была получена полная модель оценки кадастровой стоимости:

$$\begin{aligned} \text{УПКС} = & 548.231000958475 * \text{EXP} (+0.134436703573518 * \text{ЦОФ1} + 0.0000327459831971844 \\ & * (1495.567 + 22.923 - \text{ЦОФ2}) + 0.0000727301128638412 * (8063.685 + 0.00 - \text{ЦОФ4}) + \\ & 1.10594540752506 * \text{ЦОФ6} + 0.234806144798734 * \text{ЦОФ7} + 0.00140832534809274 * \text{ЦОФ8} \\ & + 0.094183593272774 * \text{ЦОФ9} + 0.103150809698682 * \text{ЦОФ10}). \end{aligned} \quad (3)$$

В формулу (3) были подставлены значения ценообразующих факторов и получено значение УПКС равное 92 087,279 рублей. После этого УПКС был умножен на площадь объекта оценки (87,7 кв.м) и получено значение кадастровой стоимости 8 076 054,33 рублей. Разница между полученным значением КС и кадастровой стоимостью по данным отчета ГКО Иркутской области за 2023 год [0] составляет 13 копеек. Рассчитанные сведения представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительная таблица рассчитанных показателей

№	Характеристика объекта	Расчет по формуле с Фонда данных ГКО (Ф.1)	Расчет по формуле из отчета ГКО Иркутской области за 2023 год (Ф.3)	Данные о КС из отчета ГКО Иркутской области за 2023 год [0]
1	Площадь объекта оценки, кв.м	87,7	87,7	87,7
2	УПКС, руб.	3 441,937	92 087,279	92 087,280
3	Кадастровая стоимость, руб. ([1] * [2])	301 857,94	8 076 054,33	8 076 054,46
4	Отклонение, руб. (КС3 - [3])	-7 774 196,52	-0,13	0,00

3 Кадастровая стоимость по данным отчета ГКО Иркутской области за 2023 год - 8 076 054,46 рублей

Из представленной таблицы 2 можно сделать вывод, что по сведениям отчета ГКО можно восстановить кадастровую стоимость объекта недвижимости, но из-за того, что на ФД ГКО, в некоторых случаях отображается неполная модель оценки КС, этот процесс становится затруднительным.

В части IV «Сбор и анализ бюджетными учреждениями информации о рынке объектов недвижимости» Методических указаний отмечено, что в рамках установления кадастровой стоимости ГБУ реализовывается сбор и анализ информации, влияющей на стоимость объектов, в том числе экономической, социальной, экологической. Сведения о расположении объекта оценки также рассматриваются как факторы, которые могут влиять на кадастровую стоимость.

В связи с этим, в качестве ценообразующих факторов часто выступают такие характеристики, как расстояние до железнодорожного вокзала, школы, магазина, историко-культурного центра, общественно-делового центра, остановки общественного транспорта и других объектов, которые могут влиять на стоимость объектов. Поэтому возникают вопросы о том, каким способом было определено местоположение объекта

недвижимости и каким способом было рассчитано расстояние до характерных объектов. Расположение объекта на местности может быть определено по его адресу, а также на основе кадастрового деления территории. В случае определения расположения объекта оценки по данным кадастрового деления, положение объекта определяется в середине кадастрового квартала, что в свою очередь влияет на значение ценообразующих факторов. Расстояние до характерных объектов также может определяться различными способами, например от центра объекта оценки до центра ближайшего характерного объекта, от границы объекта оценки до границы ближайшего характерного объекта, от центра объекта оценки до границы ближайшего характерного объекта и далее.

В качестве исследования о величине влияния вида определения местоположения объекта недвижимости было выполнено следующее: из отчета Иркутской области о ГКО за 2023 год были взяты тематические слои с кадастровым делением территории, слой с объектами историко-культурного центра, слой с остановками общественного транспорта города Иркутск. Далее исследуемый объект и тематические слои были загружены в стороннюю программу для расчета значений ценообразующих факторов различными способами. На основе информации о неформализованном описании адреса объекта оценки с помощью сервиса Dadata [0], было определено фактическое местоположение объекта, а после рассчитаны значения ценообразующих факторов: от центра до границы ближайшего, от центра до центра ближайшего. Далее на основе слоя кадастрового деления территории и кадастрового номера объекта, было определено местоположение объекта – в центре кадастрового квартала, аналогичными способами были получены значения ценообразующих факторов. На рисунке 3 представлено расположение объекта оценки, при определении его местоположения различными способами. Красным отмечен объект оценки, желтым – остановки общественного транспорта, зеленым – общественно-деловой центр. При анализе рисунка 3 был сделан вывод, что при определении расположения объекта оценки на основе кадастрового деления (второй случай на рисунке), расстояние до остановки общественного транспорта рассчитывается от другой станции общественного транспорта, не самой близкой расположенной к объекту, также расстояние до общественно-делового центра будет рассчитываться неверно.

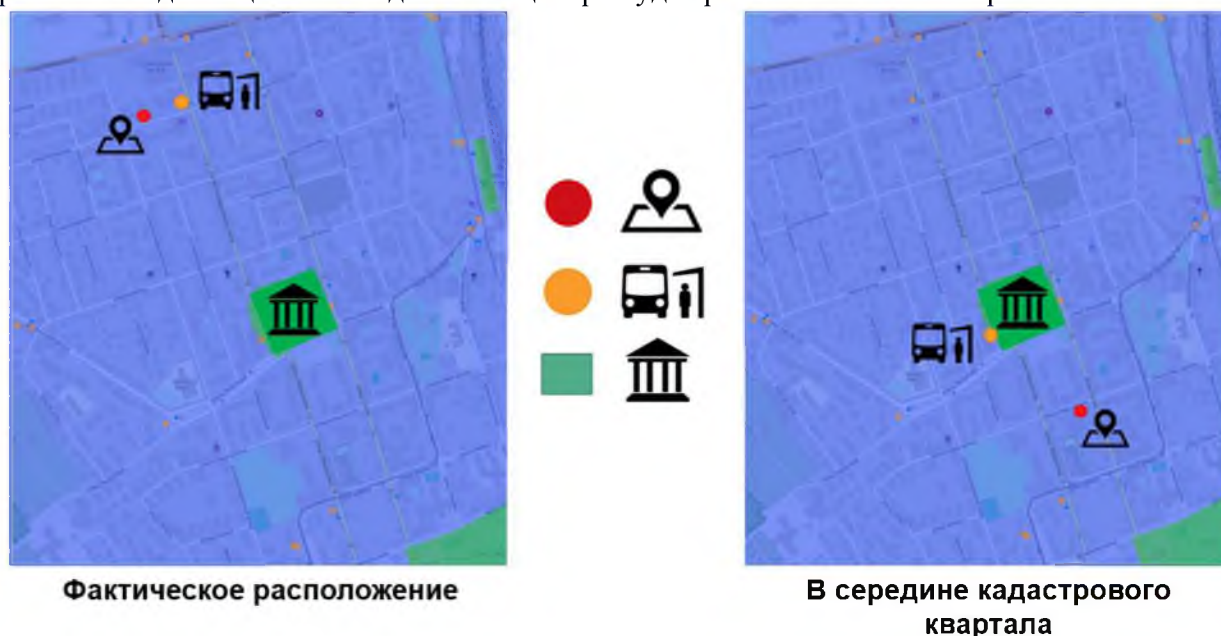


Рис. 3. Сравнение положения объекта оценки, при определении местоположения различными способами

Значения рассчитанных ЦОФ представлены в таблице 3.

Таблица 3. Значения ценообразующих факторов, полученные различными способами

Вид определения местоположения объекта	Способ расчета расстояния от ОО до характерного объекта	Расстояние до остановок общественного транспорта города Иркутска, м	Расстояние от объекта до историко-культурного центра города Иркутска, м
По неформализованному описанию адреса	От центра до границы ближайшего	118,44	582,55
	От центра до центра ближайшего	118,44	699,83
По кадастровому номеру (в середине кадастрового квартала)	От центра до границы ближайшего	269,44	261,43
	От центра до центра ближайшего	269,44	325,96
Данные из отчета о ГКО [5]		209,485	394,274

На основе информации, представленной в таблице 3, можно сделать вывод о том, что вид определения местоположения объекта недвижимости имеет значение, способ расчета расстояния от объекта оценки до характерного объекта имеет весомое значение, в том случае, когда речь идет об объектах занимающих значительную площадь (историко-культурный центр, общественно-деловой центр и другие).

Для определения величины влияния способа определения расчета ценообразующих факторов была составлена таблица 4. В формулу (3) были поставлены рассчитанные значения ЦОФ, после был произведен расчет кадастровой стоимости, а далее расчет отклонений в рублях и в процентах от кадастровой стоимости по данным отчета ГКО Иркутской области за 2023 год.

Таблица 4 – Сравнение кадастровой стоимости, полученной при подстановке рассчитанных значений ЦОФ

№	Вид определения местоположения объекта	По неформализованному описанию адреса		По кадастровому номеру (в середине кадастрового квартала)		Данные из отчета о ГКО [0]
	Способ расчета расстояния Наименование характеристики	От центра до границы ближайшего	От центра до центра ближайшего	От центра до границы ближайшего	От центра до центра ближайшего	
1	Расстояние до остановок общественного транспорта города Иркутска, м (ЦОФ2)	118,44	118,44	269,44	269,44	209,485
2	Расстояние от объекта до историко-культурного центра города Иркутска, м (ЦОФ4)	582,55	699,83	261,43	325,96	394,274
3	УПКС, руб. (рассчитан по Ф.3)	91 106,10	90 332,29	92 798,94	92 364,43	92 087,28

№	Вид определения местоположения объекта	По неформализованному описанию адреса		По кадастровому номеру (в середине кадастрового квартала)		Данные из отчета о ГКО [0]
	Способ расчета расстояния Наименование характеристики	От центра до границы ближайшего	От центра до центра ближайшего	От центра до границы ближайшего	От центра до центра ближайшего	
4	Кадастровая стоимость, руб. ([3]*87,7)	7 990 004,73	7 922 141,53	8 138 466,75	8 100 360,19	8 076 054,46
5	Отклонение, руб. (КСЗ - [4])	86 049,73	153 912,93	-62 412,29	-24 305,73	0,00
6	Отклонение, % ([4] / КСЗ * 100 – 100)	-1,07	-1,91	0,77	0,30	0,00

3 Кадастровая стоимость по данным отчета ГКО Иркутской области за 2023 год – 8 076 054,46 рублей.

Анализируя таблицу 4, были сделаны следующие выводы: вид определения местоположения объекта недвижимости и способ расчета ценообразующих факторов в значительной мере может влиять на кадастровую стоимость объектов недвижимости. В связи с этим, могут возникать вопросы о способе расчета тех или иных значений, во избежание этого предлагается, чтобы на ресурсе ФД ГКО размещалась не только полная модель оценки кадастровой стоимости, но также и способ определения местоположения объекта оценки на местности (по неформализованному описанию адреса или на основе кадастрового деления территории), а также и способ расчета некоторых ценообразующих факторов для полного восстановления расчета КС различных туров государственной кадастровой оценки.

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 3 июля 2016 года № 237 «О государственной кадастровой оценке»
2. Приказ Росреестра от 4 августа 2021 года № П/0336 «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке»
3. Приказ Росреестра от 6 августа 2020 года № П/0278 «Об утверждении Порядка ведения фонда данных государственной кадастровой оценки и предоставления сведений, включенных в этот фонд, а также Перечня иных сведений о кадастровой стоимости, о порядке и об основаниях ее определения, требований по их включению в фонд данных государственной кадастровой оценки»
4. Получение сведений из Фонда данных государственной кадастровой оценки – Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. – URL: https://rosreestr.gov.ru/wps/portal/cc_ib_svedFDGKO (дата обращения 06.04.2024).
5. Отчет № 05_ОКС_2023. Об итогах государственной кадастровой оценки зданий, помещений, сооружений, объектов незавершенного строительства, машино-мест, расположенных на территории Иркутской области по состоянию на 01.01.2023 г. – Областное государственное бюджетное учреждение «Центр государственной кадастровой оценки объектов недвижимости». – URL: https://rosreestr.gov.ru/wps/portal/cc_ib_svedFDGKO (дата обращения 06.04.2024).
6. Dadata / Dadata – наводим порядок в данных. – URL: <https://dadata.ru/> (дата обращения 10.04.2024).

Оценка состояния общественных территорий Нижнего Новгорода Лапина А. А., Никольский Е. К.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия,
магистрант

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия,
руководитель

Благоустройство общественных территорий – это важная задача, стоящая перед многими населенными пунктами. Общественные территории включают в себя парки, скверы, набережные, бульвары, площади и другие пространства. Поддержание чистоты, порядка, красоты и комфорта в местах общественного пользования способствует повышению качества жизни населения, формированию благоприятного имиджа города и созданию условий для развития туризма.

Однако, несмотря на свою значимость, общественные территории часто остаются без должного внимания со стороны властей и жителей города. В результате этого они могут терять свою привлекательность, становиться заброшенными и опасными для людей. Чтобы предотвратить эту ситуацию, необходимо проводить систематическую инвентаризацию общественных территорий, которая позволит определить их текущее состояние, выявить проблемы и предложить пути их решения.

Нижний Новгород -- один из крупнейших городов России, известный своей исторической ценностью, культурным наследием и красивыми пейзажами. За последние несколько лет в городе на системной основе реализованы мероприятия по благоустройству общественных территорий. Наиболее значимыми и масштабными проектами последних лет являются благоустройство парка «Швейцария», территории «Парк 800-летия Нижнего Новгорода», Александровского сада и т. д.

Общее количество общественных территорий на территории Нижнего Новгорода, согласно реестру территорий Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области, составляет 342 единицы (Таблица 1).

В целях оценки состояния общественных территорий Нижнего Новгорода был создан геоинформационный проект, в котором содержатся все общественные пространства города и его административное деление. С помощью данного проекта была определена плотность общественных территорий, необходимость проектирования новых общественных пространств и проведения инвентаризации благоустройства территорий.

В качестве исходных данных для геоинформационного проекта послужили географические данные OpenStreetMap, градостроительный портал Нижегородской области ГИС ОГД [4], постановление Правительства Нижегородской области «Об утверждении государственной программы "Формирование современной городской среды на территории Нижегородской области на 2018-2024 годы» от 01 сентября 2017 года № 651 [1], данные реестра озелененных территорий общего пользования Нижегородской области, который ведет Министерство экологии и природных ресурсов Нижегородской области [3].

Таблица 1. Количество общественных территорий

№	Район города	Количество
1	Нижегородский	79
2	Советский	15
3	Приокский	32
4	Новинский сельсовет	3
5	Автозаводский	63
6	Ленинский	26

7	Канавинский	52
8	Московский	35
9	Сормовский	37

На основании постановления «Об утверждении государственной программы «Формирование современной городской среды на территории Нижегородской области на 2018-2024 годы» [2] и данных реестра озелененных территорий общего пользования в ГИС MapInfo Professional была создана таблица «Общественные территории».

На основании данных градостроительного портала Нижегородской области и географических данных OpenStreetMap создано 3 таблицы – «Границы города», «Административные границы» и «Гидрография».

В рамках инвентаризации общественных территорий предусмотрен показатель доступности населения к той или иной общественной территории, который определяется пешей доступностью до пространства в течение 5 минут [1]. В данном проекте было рассчитано расстояние, которое человек в среднем проходит за 5 минут, оно составило – 670 метров. От границ каждой общественной территории или от центра территории (территории, благоустройство которых не завершено, не имеют установленных границ) была построена буферная зона с помощью команды «Таблица/Буферные зоны». В появившемся окне «Буферные зоны» выбиралась таблица «Общественные территории», затем задавался необходимый радиус зоны. В результате от каждого объекта была построена зона доступности (рис. 1).

Проанализировав зоны доступности, можно сделать вывод, что в Нижнем Новгороде большое количество кварталов, для которых есть необходимость в проектировании новых общественных пространств. В Советском районе общественное пространство можно было бы запроектировать в районе СТ «Родник», СТ «Нижегородец»; в районе улиц Полтавская, Республиканская и Высоковский проезд. В Нижегородском районе около ТРЦ «Фантастика» есть кварталы, в которых необходимо создать общественное пространство; а также СНТ «Спутник» и «Маяк». В Приокском районе – Новопокровское нуждается в проектировании общественной территории, а также Бешенцево и Новопокровское. В Автозаводском районе нет мест для проектирования, так как в местах, которые буферная зона не покрывает достаточно плотная застройка или же территория занята заводами. Московский и Сормовский районы располагают большим количеством свободного пространства, однако оно находится на окраине города, поэтому расположение общественного пространства в данных местах будет нецелесообразным. Новоликеевский сельсовет также располагает большим количеством свободных территорий.

Для вычисления плотности общественных территорий по районам города использовалось 2 показателя – площадь района и количество общественных территорий в границах района. Плотность общественных территорий вычислялась по формуле – отношение количества общественных территорий, расположенных в границах района к его площади.

Данный показатель указывает на количество общественных территорий на один квадратный километр площади района. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что самая низкая плотность в Новинском сельсовете, а самая высокая в Канавинском и Нижегородском районах. Низкая плотность территорий также свидетельствует о необходимости проектирования новых общественных пространств в районе.

Основными целями инвентаризации является оценка текущего состояния сферы благоустройства в муниципальных образованиях субъекта Российской Федерации, в том числе выявление территорий, требующих благоустройства, составление паспортов благоустройства объектов.



Рис. 1. Зоны доступности общественных территорий

Согласно исходным данным, в благоустройстве и первоначальной инвентаризации нуждаются 15 % (49 единиц) общественных территорий Нижнего Новгорода. Другие же территории нуждаются в ежегодном мониторинге их состояния.

Важной задачей является повышение уровня благоустройства общественных территорий. Согласно данной задаче, предполагается создание благоприятной среды обитания для жителей города, обеспечение доступности инфраструктуры. Созданный геоинформационный проект позволит осуществить отбор территорий, для которых нужно разработать необходимую документацию и провести работы по благоустройству.

В данном случае одним из ключевых принципов благоустройства общественных пространств является комплексный подход. Он предполагает разработку и реализацию стратегии развития территории, которая включает в себя несколько этапов: анализ текущего состояния, определение потребностей и приоритетов, разработка плана действий, выбор оптимальных решений и реализация проекта.

Комплексный подход включает в себя следующие аспекты:

1) Вовлечение общественности в процесс принятия решений. Вовлечение жителей в процесс определения приоритетов и принятия решений по благоустройству общественных территорий является важным фактором успеха. Это позволяет учесть интересы и потребности всех групп населения, повысить уровень удовлетворенности жителей и снизить уровень недовольства.

2) Развитие инфраструктуры и обеспечение безопасности. Обеспечение безопасности и комфорта на общественных территориях предполагает создание и развитие инфраструктуры. Необходимо предусмотреть наличие удобных скамеек, урн, освещения, площадок для отдыха и спорта, а также систем видеонаблюдения.

3) Внедрение инновационных технологий и материалов. Использование современных технологий и материалов дает возможность повысить эффективность благоустройства и сделать его более устойчивым.

4) Привлечение инвестиций. Привлечение инвестиций в благоустройство общественных территорий может быть достигнуто за счет реализации проектов государственно-частного партнерства, разработки специальных программ и проектов, организации конкурсов и тендеров, а также сотрудничества с бизнесом и инвесторами.

Оценка благоустройства городских территорий является важным элементом управления развитием города и улучшения качества жизни его жителей. Это позволяет определить текущее состояние благоустройства, выявить проблемные зоны и определить направления для улучшения. Решение проблем благоустройства общественных территорий требует комплексного подхода, вовлечения общественности, развития инфраструктуры, внедрения инноваций и привлечения инвестиций. Только такой подход позволит создать комфортные, безопасные и привлекательные общественные пространства, которые будут способствовать улучшению качества жизни и развитию городов.

Литература

1. Общие рекомендации к процессу инвентаризации территории поселений, городских округов в целях формирования муниципальных программ формирования современной городской среды на 2018-2022 гг. / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/565911164?section> text (дата обращения: 11.03.2024).

2. Постановление Правительства Нижегородской области от 1 сентября 2017 года № 651 «Об утверждении государственной программы «Формирование современной городской среды на территории Нижегородской области на 2018-2024 годы». – URL : <https://docs.cntd.ru/document/465576595> (дата обращения: 11.03.2024).

3. Постановление Правительства Нижегородской области от 26 августа 2008 года № 358 «О порядке ведения реестра озелененных территорий общего пользования городов Нижегородской области». – URL : <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 25.03.2024).

4. Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности Нижегородской области. – URL : <https://gisogdno.ru> (дата обращения: 25.03.2024).

Обмерные работы зданий при технической инвентаризации и виды площадей Никитин И. С., Винникова Т. П.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия,
студент

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия,
руководитель

Каждый объект недвижимости в Российской Федерации облагается налогом, который определяется вследствие учета его различных характеристик. Регулярное обновление информации об объекте позволяет государственным органам осуществлять контроль и получать данные о правомерном использовании объекта капитального строительства. Техническая инвентаризация обеспечивает информацией кадастр недвижимости, а данные, получаемые в результате проведения технического учета, считаются необходимыми для совершения операций с объектом. Вся информация по объектам заносится в единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН).

Один из способов постановки на кадастровый учет и внесения объекта в ЕГРН является технический учет. В процессе выполнения технической инвентаризации у объекта описываются подробно площадь, положение на участке (если он зарегистрирован), стоимость, границы и иные характеристики. Техническая инвентаризация – обширный комплекс работ по сбору, обработке, хранению и предоставлению информации о составе, расположении и техническом состоянии объектов

по итогам периодических обследований в натуре. Если объект не имеет кадастрового номера и не проходил процедуру регистрации, а также при появлении новых объектов недвижимости или отсутствии точных данных об уже существующих объектах, то в этих случаях проводится первичная инвентаризация. Второй вид технической инвентаризации – фиксация изменений характеристик объекта.

Основным этапом, на выполнение которого уходит большая часть времени и от которого зависит дальнейшая достоверность оформляемой документации, являются обмеры. Их можно классифицировать по цели и направленности: архитектурные обмеры, схематические обмеры, архитектурно-археологические обмеры, обмеры для дизайна зданий и помещений, обмеры для инвентаризации и оформления технического паспорта, геодезические обмеры габаритов здания [1].

Актуальными для кадастрового учета являются обмеры в процессе технической инвентаризации. Они предполагают проведение работ (необходимое количество обмеров, для определения площадей и объемов), которые направлены на введение объекта в эксплуатацию. Обмеры выполняются с целью фиксации и определения на местности координат объекта недвижимости и его расположения на земельном участке.

Согласно 8 статье Федерального закона №218-ФЗ характеристика «площадь» вносится в Единый государственный реестр недвижимости как одна из обязательных [2]. Подсчет площадей в здании регламентируется строительными нормами и правилами, поэтому рассмотрим классификацию зданий, в которой обозначим виды площадей в зависимости от типа здания.

Согласно 9-ому пункту 5-ой части 8-ой статьи Закона №218-ФЗ назначение помещения может быть: жилое и нежилое. В соответствии с этим по всему жилому зданию и по квартирам происходит выделение жилых и нежилых площадей. В приказе Министерства Российской Федерации по земельной политике, строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 4 августа 1998 г. №37 «Об утверждении инструкции о проведении учета жилищного фонда в Российской Федерации» приводятся следующие площади: жилая площадь квартиры, площадь квартиры, общая площадь квартиры, жилая площадь здания, площадь квартир здания, общая площадь квартир в жилом здании, площадь здания, площадь помещения [3].

Жилая площадь квартиры – это вся площадь, которую занимают жилые комнаты: часть квартиры с естественным дневным освещением, с отоплением (должно иметь постоянный характер для включения в холодное время года) и рассчитанная на проживание в ней человека. В эту категорию включают спальни, гостиные, детские комнаты.

Площадь квартиры включает площади жилых комнат и подсобных помещений, за исключением балконов различного типа, веранд, лоджий, террас, тамбуров и холодных кладовых.

Следующий вид – общая площадь квартиры. Если упростить описание формулы подсчета, то необходимо сложить площадь комнат квартиры, размеры всех элементов и помещений, которые из нее исключались (указаны выше) с понижающими коэффициентами. Площадь лоджии умножается на 0,5, балконов и террас на 0,3, все остальное добавляется в реальных размерах.

Площадь квартир здания складывается из всех площадей квартир, а при определении общей площади квартир здания – вычисляется совокупность общих площадей квартир.

Жилая площадь здания определена суммой жилых площадей всех квартир.

При определении площади здания и площади помещения законодатель определил ссылки на СНиП 2.08.02-89, который утратил силу. По новым нормам начал действовать СП 54.13330.2022 «Свод правил. Здания жилые многоквартирные. СНиП 31-01-2003» [4]. В этом документе, по мимо недостающих площадей, добавились новые: площадь

застройки многоквартирного жилого здания, площадь здания, площадь этажа, площадь жилых комнат, площадь вспомогательных помещений.

Рассмотрим подробнее. Площадь застройки многоквартирного жилого здания получают измерениями по горизонтальному сечению внешнего контура здания на уровне планировочной отметки земли. При этом в площадь при обмерах должны входить все выступающие части (при высоте менее 4,5 м), пространство под зданием, если оно расположено на столбах, проезды под зданием. Если здание имеет подземные части, выходящие за границы надземной, то ее также следует учитывать в этой категории.

Для вычисления площадей здания необходима такая величина, как «площадь этажа». Это сумма измерений в границах внутренних поверхностей наружных стен здания на уровне до 1,10 м от уровня пола.

Что касается здания в целом, то площадь здания складывается из площадей отдельных этажей, куда включаются балконы и лоджии, террасы и веранды, а площади хозяйственного подполья и чердаков, крылец, тамбуров, портиков, наружных открытых лестниц и пандусов исключаются при подсчете. Что нельзя сказать про площадь эксплуатируемой кровли (учитывается в этой категории) и переходы между зданиями (площадь перехода делят поровну между соседствующими зданиями), их стоит включать в площадь данного вида.

Существует служебная жилая площадь – это вид площади, которая предоставляется работодателем работнику по договорному согласию и предназначена для проживания во время исполнения трудовых обязательств.

Маневренная жилая площадь представляет собой выделенную для временного проживания граждан, пока выполняется капитальный ремонт здания, где они имеют постоянную прописку.

Для рассмотрения площадей, учитываемых в общественных зданиях, обратимся к «СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественные здания и сооружения. СНиП 31-06-2009» [4]. Согласно данному документу в зданиях подобного вида определены следующие виды площадей: общая площадь, площадь этажа, площадь мансардного этажа, площадь общественного помещения, полезная площадь, расчетная площадь, площадь застройки, торговая площадь.

Общая площадь состоит из площадей всех этажей, которые имеет здание, а также в нее включается площадь эксплуатируемой кровли, при этом учитываются площади антресолей, все ярусы этажерок, тоннели, рампы, переходы в другие здания, балконы залов, все виды помещений, неотапливаемые открытые планировочные элементы.

При подсчете в общую площадь не суммируются: подполья для проветривания, если здание расположено на многолетнемерзлых грунтах, технические пространства (в случае, когда нет необходимости прохода для обслуживания коммуникаций, и высота от пола составляет менее 1,8 м), чердака, технических надстроек на кровле, вентиляционные камеры (в том числе надстройки, площадь которых менее 15% от площади кровли), пространства в конструкциях, которые засыпаны землей.

Площадь этажа получают с помощью обмеров пространств в пределах внутренних границ внешних стен на уровне пола.

Следующий вид – площадь общественного помещения. Его величина определяется по поверхностям отдельных стен и перегородок, с включением площадей лестничных площадок и ступеней (если они расположены в пределах этого помещения), площади тамбуров, террас, веранд, лоджий, балконов и иных подобных этим частей.

Отличительной особенностью общественных зданий является полезная площадь. Для ее определения необходимо сложить площади всех помещений, антресолей, балконов, при чем учет внутренних открытых пандусов и лестниц, лестничных клеток, шахт и пространств для инженерных коммуникаций не выполняется.

Расчетной площадью называют определяемую сумму площадей помещений, входящих в здание, но без учета переходов, открытых внутренних пандусов и лестниц,

коридоров, лестничных клеток, тамбуров, шахт, помещений, в которых размещаются инженерные оборудование и сети. При чем вычисление не осуществляется в пространствах, где имеется наклонная поверхность менее 1,5 метра.

Площадь застройки определяется также как и у зданий других типов.

Обратимся к содержанию СП 56.13330.2021. «Свод правил. Производственные здания. СНиП 31-03-2001" [5]. В данном документе указано, что в производственных зданиях определяются: общая площадь здания, площадь этажа в пределах пожарного отсека, площадь застройки.

Общая площадь производственного здания состоит из величин площадей всех этажей здания, среди которых надземные, технические, цокольные и подвальные этажи.

Определение этажа здания в производственных зданиях несколько отличается в описании по терминологии, но суть остается та же: это часть здания, которая ограничена высотными отметками верха перекрытия или пола (по грунту) и верха вышерасположенного перекрытия, включающая пространство от пола до потолка для размещения помещений.

Площадь этажа в пределах пожарного отсека определена площадью параллельного полу сечения по внутреннему периметру наружных стен. При этом площади лестничных клеток, площади наружных рампы для автомобильного и железнодорожного транспорта исключаются из подсчета.

Площадь застройки получают по обмерам в одной горизонтальной плоскости сечения по внешнему обводу здания (при чем обмер должен выполняться по цоколю) с включением выступающих частей, проездов под зданием, частей здания без наружных ограждающих конструкций.

В приложении к Приказу Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 24 декабря 2018 г. №П/0510 приведена классификация площадей, фиксируемых в ЕГРН. Согласно этому классификатору в федеральной государственной информационной системе по обслуживанию Единого государственного реестра недвижимости в 30-ом пункте обозначено 17-ть наименований площадей с присвоенными им кодами (таблица 1) [7].

Таблица 1. Виды площадей и их коды в ЕГРН

Название	Классификационный код
1 Площадь застройки	1
2 Общая площадь	2
3 Общая площадь без лоджии	3
4 Общая площадь с лоджией	4
5 Жилая площадь	5
6 Основная площадь	7
7 Декларированная площадь	8
8 Уточненная площадь	9
9 Фактическая площадь	10
10 Вспомогательная площадь	11
11 Площадь помещений общего пользования без лоджии	12
12 Площадь помещения общего пользования с лоджией	13
13 Технические помещения (Прочие) без лоджии	14
14 Технические помещения (Прочие) с лоджии	15
15 Застроенная площадь	20
16 Незастроенная площадь	21
17 Значение площади отсутствует	22

В данной классификации интересно то, что пропущено 5 наименований как по порядковому номеру, так и по классификационному коду.

Литература

1. Экспликация помещений и зданий в 2024 году [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://smway.ru/eksplikatsiya-pomeshheniy-i-zdaniy/> (дата обращения 1.04.2024).
2. Федеральный закон Российской Федерации от 13 июля 2015 года № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости»
3. Приказ Минземстроя РФ от 04 августа 1998 № 37 «Об утверждении Инструкции о проведении учета жилищного фонда в Российской Федерации»
4. СП 54.13330.2022. Свод правил. Здания жилые многоквартирные. СНиП 31-01-2003: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 13 мая 2022 г. N 361/пр: введен в действие 14 июня 2022 г.
5. СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественные здания и сооружения. СНиП 31-06-2009: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 мая 2022 г. N 389/пр : введён в действие 20 июня 2022 г.
6. СП 56.13330.2021. Свод правил. Производственные здания. СНиП 31-03-2001 : утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 27 декабря 2021 г. N 1024/пр : дата введения 28 января 2022 г.
7. Приказ Росреестра от 24.12.2018 № П/0510 «Об утверждении сборника классификаторов, используемых федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии в федеральной государственной информационной системе ведения единого государственного реестра недвижимости и признании утратившим силу приказа федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 12.10.2011 №п/389»

Применение лазерного сканирования при инвентаризации объектов капитального строительства

Плешков К. В., Винникова Т. П.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, студент

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, руководитель

Традиционные методы инвентаризационных съёмок - обмерные работы, имеют свои недостатки, включая высокую трудоемкость, длительность процесса и невысокую точность получаемых данных. Поэтому возникает необходимость внедрения современных технологий в процесс обмеров при технической инвентаризации.

Техническая инвентаризация — это комплекс работ по получению информации о местоположении, качественном и количественном составе объекта, техническом состоянии, уровне благоустройства, стоимости объекта и изменении этих показателей.

В данной статье для исследования усовершенствования инвентаризационных съёмок были выбраны два объекта недвижимости:

1) Помещение актового зала Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, расположенное в учебном корпусе №1.

2) Помещение зала заседаний Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, расположенное в учебном корпусе №9.

Помещение актового зала находится на 3 этаже 1 корпуса ННГАСУ, расположено по адресу Нижний Новгород, Нижегородский район, ул. Ильинская, 65. Здание 1 корпуса

имеет 4 этажа, материал стен – кирпич, точная дата постройки здания неизвестна, предположительно в 1840-х годах. В соответствии с публичной кадастровой картой портала Росреестра располагается на земельном участке 52:18:0060051:14, дата внесения сведений 11.05.2006 г.

Перейдем к рассмотрению второго объекта исследования – помещения зала заседания, которое находится на 2 этаже 9 корпуса ННГАСУ по адресу Нижний Новгород Нижегородский район ул. Ильинская, 61. Здание 9 корпуса имеет 2 этажа, материал стен – кирпич, дата постройки – 1915 год.

В данной статье, рассматривается применения лазерного сканирования при технической инвентаризации. Для обмеров использовались два вида лазерных сканеров:

1) В актовом зале лазерная съёмка выполнялась с 16 станций стационарным Trimble-X7 с контроллером Trimble-T10 (рисунок 1).



Рис. 1. а) Лазерный сканер Trimble-X7 б) планшетный контроллер Trimble-T10

2) Для зала заседаний лазерное сканирование было выполнено мобильным ручным сканером GOSLAM RS100S с панорамной камерой Insta360 X3 (рисунок 2).



Рис. 2. а) Мобильный лазерный 3D сканер GOSLAM RS100S б) панорамная камера Insta360 X3

На рисунке 3 представлен панорамный снимок актового зала, выполненный лазерным сканером Trimble-X7.

Произведено сравнение характеристик лазерных сканеров (таблица 1) и сделан вывод о наиболее подходящем приборе для использования в процессе полевых работ по технической инвентаризации.

Разобрав наиболее важные характеристики двух лазерных сканеров, можно сделать вывод, что более эффективным и подходящим для инвентаризационных съемок является вторая модель – ручной сканер GOSLAM RS100S. При равной точности при съёмке лазерным сканером GOSLAM RS100S не нужно создавать сеть станций, данная модель дешевле и не требует приобретения дополнительных комплектующих, легче по весу и дальность сканирования больше на 40 метров, что важно при съёмке протяженных объектов капитального строительства.



Рис. 3. Панорамное фото актового зала, сделанное лазерным сканером

Таблица 1 – Сравнение характеристик лазерных сканеров

Характеристика	Trimble-X7	GOSLAM RS100S
1	2	3
Дальность измерения	0,6 м – 80 м	0,5 м – 120 м
Поле зрения сканера	360°x 282°	360°x285°
Точность взаимного положения точек облака	3.5 мм	1 см
Панорамная фотосъемка	3 камеры по 10 МП – 158-316МП	1 камера 72 МП
Пылевлагозащита IP и рабочая температура	IP55; от -20°С до +50°С	IP65; от - 30°С до +60°С
Вес	5.8 кг	1.9 кг
Страна производитель	Германия	Китай
Стандартная комплектация	<ul style="list-style-type: none"> - 3 стандартные аккумуляторные батареи - программные руководства - гарантия - SD Card Reader - Standard SD Card (32GB SDHC) - Пакля для очистки оптики - USB кабель - программное обеспечение Trimble Installation Manager - зарядное устройство (докупается отдельно) - штатив с креплением (докупается отдельно) - контроллер Trimble-T10 (докупается отдельно) 	<ul style="list-style-type: none"> - регистратор данных - ручка для сканера - плечевые ремни - кабель питания - карта памяти - 2 аккумулятора - зарядное устройство - крепление для смартфона - защищенный транспортировочный кейс - программное обеспечение GOSLAM Studio

Были рассмотрены технологии съёмок каждым из видов сканирования, включающие в себя подготовительные работы перед съёмкой, подключение приборов к управляющим устройствам, работа на станциях. Результатом выполненных работ являлись облака точек.

Камеральные работы при лазерном сканировании включают в себя следующие этапы: экспорт облаков точек в программное обеспечение, объединение отдельных

облаков точек в единую модель, удаление шумов, привязка модели к системе координат, построение трехмерной модели путем вписывания в массив точек геометрических примитивов и поверхностей. Обработка измерений лазерного сканирования объектов исследования производилась в программном обеспечении Кредо 3D Скан. Был выполнен импорт облаков точек в программу (рисунок 4) и произведен расчет нормали для лучшей визуализации.

Следующим действием было необходимо настроить освещение 3D сцены. Для этого в меню «Облака точек» на вкладке «Отображение точек облака» воспользовались функцией «Настройка освещения 3D сцены» и в появившемся диалоговом окне убрали галочку с клавиши «ВКЛ».

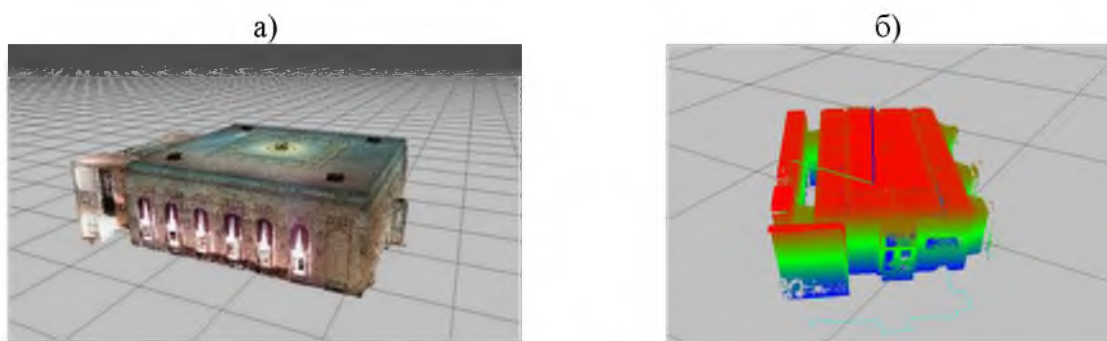


Рис. 4. Импорт облаков точек в программу Кредо 3D Скан
а – Актовый зал; б – Зал заседаний в 9 корпусе

Далее всё облако точек необходимо разделить по слоям. В работе были созданы слои: стены, потолок, пол и сцена (для объекта исследования «Актовый зал»). Разделение по слоям выполнялось с помощью функции «Пороговый фильтр» на вкладке «Фильтрация облака точек» в меню «Облака точек». В результате данного действия внутри помещений были убраны лишние объекты, мешающие векторизации. К ним относятся мебель вдоль стен зала заседаний, стол в центре помещения, жалюзи и экран проектора на стене. В актовом зале это стулья вдоль стен и в центре помещения, другие объекты вдоль стен и на сцене, а также люди, находившиеся во время съёмки в помещении. После очистки помещений внутри необходимо почистить шумы, образованные в результате прохождения лазера через окна и открытые двери. Лишние точки перемещаются в отдельный слой «Шум» с помощью функции «Изменить точки в полигоне» на вкладке «Интерактивные сценарии» в меню «Облака точек». Этап удаления шумов завершен (рисунок 5).

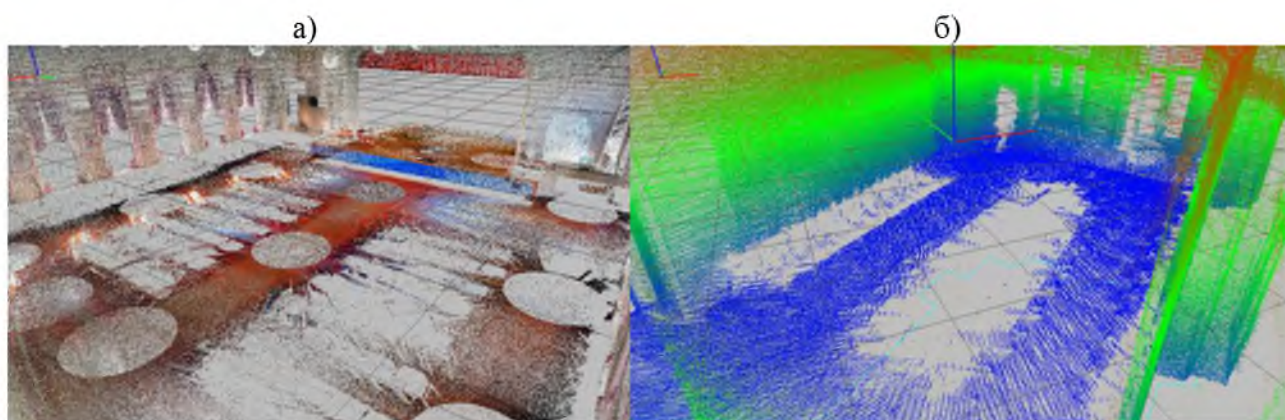


Рис. 5. Помещения, очищенные от объектов, мешающих векторизации
а – Актовый зал; б – Зал заседаний в 9 корпусе

Данные съёмки не привязывались к системе координат, поэтому перейдем сразу к построению трехмерной модели путем вписывания в массив точек геометрических примитивов. Сначала необходимо было с помощью функции «Пороговый фильтр» создать слой, в котором были отобраны точки находящиеся на высоте 0,5-0,7 метра от пола.

Следующим действием была конвертация облако точек (слой с разрезом) в растр с помощью функции с одноименным названием в меню «Облака точек» на вкладке «Конвертация облака». Далее по полученным растрам выполнялась векторизация. Но сначала была произведена настройка глубины цвета растра в 1 бит. Для объекта исследования «Актный зал» векторизация выполнялась в программном обеспечении nanoCAD GeoniCS, для этого был выполнен экспорт растра в формате TIF из программы Кредо 3D Скан и импорт в nanoCAD, где с помощью инструмента «Полилиния» выполнялась векторизация. Для объекта исследования «Зал заседаний» оцифровка выполняла в самой программе Кредо 3D Скан с помощью функции «Распознать ЛТО по растру» на вкладке «Распознать объект» в меню «Ситуация». После также был выполнен экспорт модели в формате DXF. Дальнейшее оформление модели и выпуск чертежа производились в программном обеспечении nanoCAD GeoniCS. Стоит отметить, что при формировании планов помещений, возникли трудности с определением толщины стен, также был сделан вывод, что для полного получения информации необходимо выполнять дополнительное сканирование с внешней стороны здания.

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 октября 1997 года №1301 «О государственном учете жилищного фонда в Российской Федерации»

Сравнительный анализ результатов определения высот точек геодезических сетей методом спутникового и геометрического нивелирования Быстров И. Д., Никольский Е. К.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, магистрант
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, руководитель

Высотное определение точек местности необходимо не только для топографических работ и решения инженерно-геодезических задач, но и в перспективе для развития трехмерного кадастра объектов недвижимости.

Как правило, основным методом определения высот и превышений при создании высотных сетей является геометрическое нивелирование I, II, III и IV классов, обеспечивающее необходимую и достаточную точность, но требующее больших трудозатрат, особенно в сравнении со спутниковым нивелированием [1]. В то же время известно, что при спутниковом нивелировании исполнитель получает геодезическую высоту, являющуюся суммой (в общем случае) нормальной высоты и аномалии высоты, сведения о которых имеются не в полном объеме (рис. 1).

Одна из причин невысокой точности спутникового нивелирования заключается в особенностях перехода от геодезических к нормальным высотам. В основе спутниковых измерений лежит геометрический принцип определения связи между геодезической высотой и нормальной. Суть его состоит в том, что при глобальном позиционировании рассматриваются координаты и высоты, полученные по псевдодальностям от наблюдаемых спутников в геоцентрической системе координат, не дающей жесткой связи с моделью геоида.

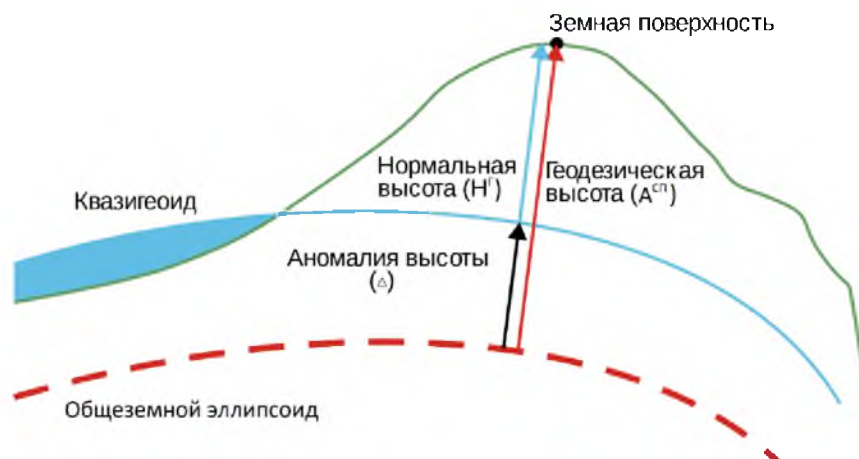


Рис. 1. Связь геодезической и нормальной высоты точки

Для сравнительного анализа результатов определения высот точек геодезических сетей методами спутникового и геометрического нивелирования были проведены экспериментальные работы 2023 года, состоящие в сравнении высот, полученных геометрическим нивелированием, и нивелированием при помощи спутниковых приемников.

Территориально эксперимент проводился в Нижнем Новгороде в районе откоса Набережной Федоровского (парк 800-летия Нижнего Новгорода). Предварительно на территории были закреплены временные пункты (Т1, Т2, Т3, Т4, Т5), представляющие собой дюбели, забитые в брусчатку на террасах различных уровней откоса. Для базовых станций спутниковых наблюдений на удалении около 200 метров от временных пунктов были заложены пункты П1 и П2 (рис. 2).

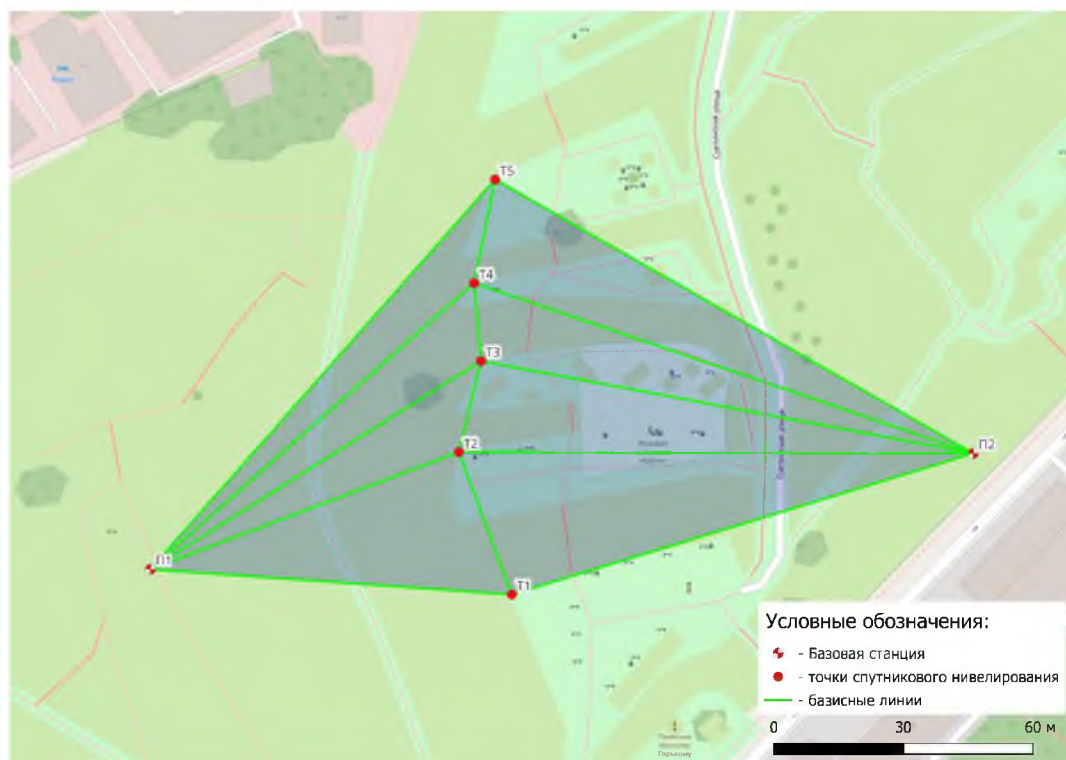


Рис. 2. Территория проведения экспериментальных работ 2023 года

В качестве постоянной высотной опоры экспериментальных работ были выбраны существующие на территории два стенных репера № 2940 и № 2082, между которыми в течение двух лет прокладывались ходы по методике нивелирования II класса точности [2]. В ходы был включен также грунтовый репер № 947, заложенный ранее в качестве пункта городской полигонометрии. На рисунке 3 представлена схема высокоточного нивелирования 2023 года между названными выше постоянными и временными реперами. На схеме черным цветом показаны превышения и количество станций в секциях при прямом нивелирном ходе, а красным цветом — при обратном.

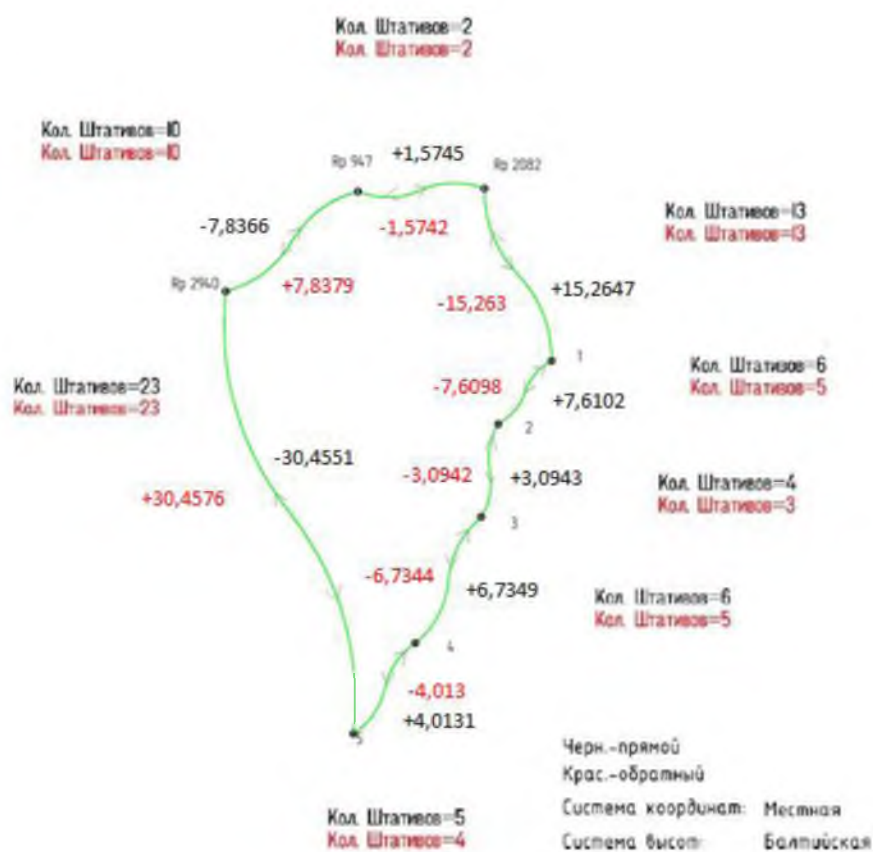


Рис. 3. Схема нивелирного хода на территорию эксперимента 2023 года

В процессе обработки результатов высокоточного геометрического нивелирования были получены высоты всех точек хода в Балтийской системе. Вычисление средней квадратической ошибки определения превышения на станции характеризуется величиной 0,59 мм, что соответствует допуску при нивелировании II класса точности. Невязка по результатам двойного нивелирования хода составила 0,0069 м, что также не превышает допустимую величину (7 мм). Технологические условия в процессе нивелирования также были выполнены (например, среднее неравенство плеч равно 0,02 м).

Полученные результаты сравнивались с высотами из спутникового нивелирования.

Для оценки точности спутникового нивелирования была поставлена задача определения средней квадратической ошибки отметки точки по уклонению каждого значения отметки из спутникового нивелирования от отметок соответствующих точек из высокоточного геометрического нивелирования с исключением присутствующей в спутниковых определениях систематической ошибки (Таблица 1). Заметим, что при этом основной составляющей в систематической ошибке является аномалия высот. В сравнении участвовали «сырые» данные спутникового нивелирования (в СК WGS-84), уравненные между собой по базисным линиям (рис. 2).

Средняя величина систематической ошибки составила 7,2690 м. На эту величину были уменьшены высоты всех точек, полученные из спутникового нивелирования, т. е. они были приведены к Балтийской системе высот.

Таблица 1 - Обработка по среднему уклонению уравненных спутниковых наблюдений

№ пунктов	Высоты из геометрического нивелирования	Высоты из спутникового нивелирования	$\Delta = \text{АСП-НГ}$	$\ell = \text{Асп-}\Delta_{\text{ср}}$	$\partial = \ell - \text{Нг}$	$\partial^2(\text{мм})$
	Нг, м	Асп, м				
T1	131,2654	138,528	7,2626	131,2590	-0,0064	0,000041
T2	123,6551	130,927	7,2719	123,6580	0,0029	0,000008
T3	120,5607	127,831	7,2703	120,5620	0,0013	0,000002
T4	113,8259	121,097	7,2711	113,8280	0,0021	0,000004
T5	109,8127	117,082	7,2693	109,8130	0,0003	0,000000
		$\Delta_{\text{ср}} =$	7,2690	$\Sigma =$	0,0000	0,000055

Средняя квадратическая ошибка высоты вычислялась по известной формуле

$$m_H = \sqrt{\frac{[\partial^2]}{n-1}},$$

где n – количество измерений.

Средняя квадратическая ошибка высот, полученных из спутникового нивелирования, получилась равной 3,73 мм.

Аналогичная оценка точности, выполненная по результатам спутникового нивелирования других пунктов в 2022 году [3], показала среднюю квадратическую ошибку определения высот равной 3,69 мм, что подтверждает надежность полученных результатов.

Если поставить задачу определения точности превышений, полученных по разностям высот смежных пунктов в результате применения спутникового метода, то можно предположить, что систематическая ошибка Δ , присутствующая в каждой отметке, в превышениях будет отсутствовать. Однако, случайные погрешности, присущие методу глобального позиционирования, снижат точность определения превышений. Так, по заявленным техническим характеристикам спутниковых приемников SOKKIA GRX2, применявшихся при экспериментальных работах, точность определения высот составляет (4 мм + 1 мм/км) или с учетом малых расстояний: $m_H = 4,5$ мм. Принимая точность определения высот инструментов $m_i = 2,0$ мм, получим среднюю квадратическую ошибку вычисления превышения как функцию разности отметок двух смежных пунктов:

$$m_{h2} = 2m_{H2} + 2m_{i2} = 2 \times 4,52 + 2 \times 2,02; \quad m_h = 6,96 \text{ мм.}$$

Если же принять в качестве средней квадратической ошибки определения высот величину, полученную в результате эксперимента (3,73 мм), включающую в себя ошибку определения высоты инструмента, то средняя квадратическая ошибка вычисления превышения составит 5,3 мм, т. к. $m_{h2} = 2m_{H2} = 2 \times 3,732$.

Эти теоретические рассуждения получили экспериментальное подтверждение. В таблице 2 приведены превышения по секциям между парами пунктов, высоты которых

определены по спутниковым измерениям в 2022 и 2023 годах в границах одного и того же полигона. Эти же превышения были получены геометрическим нивелированием по методике II класса точности. Оценка точности производилась по формуле

$$m_h = \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n}},$$

где: n - количество измерений, $\delta = h_{сп} - h_{г}$ – разность превышений смежных пунктов из спутникового и геометрического нивелирования.

Средняя квадратическая ошибка превышений, вычисленных по отметкам из спутниковых измерений, получилась равной 5,09 мм, что подтверждает теоретические выводы.

Таблица 2 – Оценка точности превышений по результатам спутникового нивелирования

Секция	h _{сп} , превышения, полученные из спутникового нивелирования, м	h _г , превышения, полученные из высокоточного нивелирования, м	$\delta = h_{сп} - h_{г}$ мм	δ_2 , мм
Tg-T20	2,147	2,1522	-5,2	27,04
T20-T30	2,713	2,7045	+8,5	72,25
T30-T40	2,511	2,5049	+6,1	37,21
T40-T50	0,305	0,3051	-0,1	0,01
T50-T60	0,377	0,3750	+2,0	4,00
T1-T2	7,601	7,6103	-9,3	86,49
T2-T3	3,096	3,0944	+1,6	2,56
T3-T4	6,734	6,7348	-0,8	0,64
T4-T5	4,015	4,0132	+1,8	3,24
		$\Sigma =$	4,6	233,44

Учитывая, что в превышениях, полученных как разность высот спутникового нивелирования точек, аномалия высот исключается, а средняя квадратическая ошибка превышений будет зависеть, в основном, от инструментальных и методических случайных ошибок измерений приемниками глобального позиционирования.

Таким образом, на основе выполненных экспериментальных исследований можно сделать выводы:

- 1) по точности спутниковое нивелирование соответствует нивелированию IV класса;
- 2) при определении нормальных высот методом глобального позиционирования на локальных территориях в равнинном районе необходима привязка к геодезическим пунктам геометрического нивелирования I - III класса, для которых известна аномалия высот.

Литература

1. Кравчук И. М. Разработка методов вычисления нормальных высот по результатам спутниковых измерений в инженерно-геодезических работах : специальность 25.00.32 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва. - Московский государственный университет геодезии и картографии., 2010. – 24 с.

2. ГКИНП (ГНТА)-03-010-03. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. Инструкция утверждена Руководителем Федеральной службы геодезии и картографии России 25 декабря 2003 г. № 181-пр.: дата введения 1 февраля 2004 г.

3. Быстров И. Д. Опыт определения высот точек местности приемниками глобального позиционирования // Геофорум : I Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 25-27 апреля 2023 года : сборник трудов конференции / Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – Нижний Новгород, 2023. – С. 136-140.

Методика получения и обработки материалов мобильного лазерного сканирования для создания цифровой модели местности

Шургина А. А., Чечин А. В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, студент

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, руководитель

Для решения кадастровых задач требуется создание цифрового представления земной поверхности и присутствующих на ней объектов, таких как здания, дороги, растительность и другие искусственные объекты.

Методы на основе лазерного сканирования отличаются высокой точностью, демонстрируют высокую надёжность и на них меньше влияют изменения в окружающей среде [1].

Лазерное сканирование это метод определения пространственного положения объектов местности с помощью систем лазерного сканирования. Система лазерного сканирования представляет из себя программно-аппаратный комплекс, предназначенный для автоматического измерения расстояния и направления до поверхности объекта с помощью лидара.

Целесообразность использования технологии лазерного сканирования основана на следующих уникальных ее возможностях:

а) в технологии полностью реализован принцип дистанционного зондирования, позволяющий собирать информацию об исследуемом объекте, находясь на расстоянии от него. При этом информацию о местности сразу получают в цифровом виде, что значительно расширяет возможности дальнейшей компьютерной обработки;

б) по полноте и подробности получаемой информации с лазерным сканированием не может сравниться ни один из известных геодезических методов топографической съемки (кроме фототеодолитной);

в) лазерное сканирование отличается непревзойденной скоростью работы. Информация об объекте в виде облака точек собирается за считанные минуты;

г) лазерное сканирование отличается высокой точностью измерений;

д) обеспечивает получение готового материала непосредственно в полевых условиях;

е) оперативно обеспечивает определение «мертвых» зон и их устранение.

Благодаря своей универсальности и высокой степени автоматизации процессов измерений лазерный сканер является не просто геодезическим прибором, а инструментом оперативного решения широкого круга прикладных инженерных задач.

На рисунке 1 представлены основные этапы создания цифровой модели местности на основе применения мобильного лазерного сканирования:

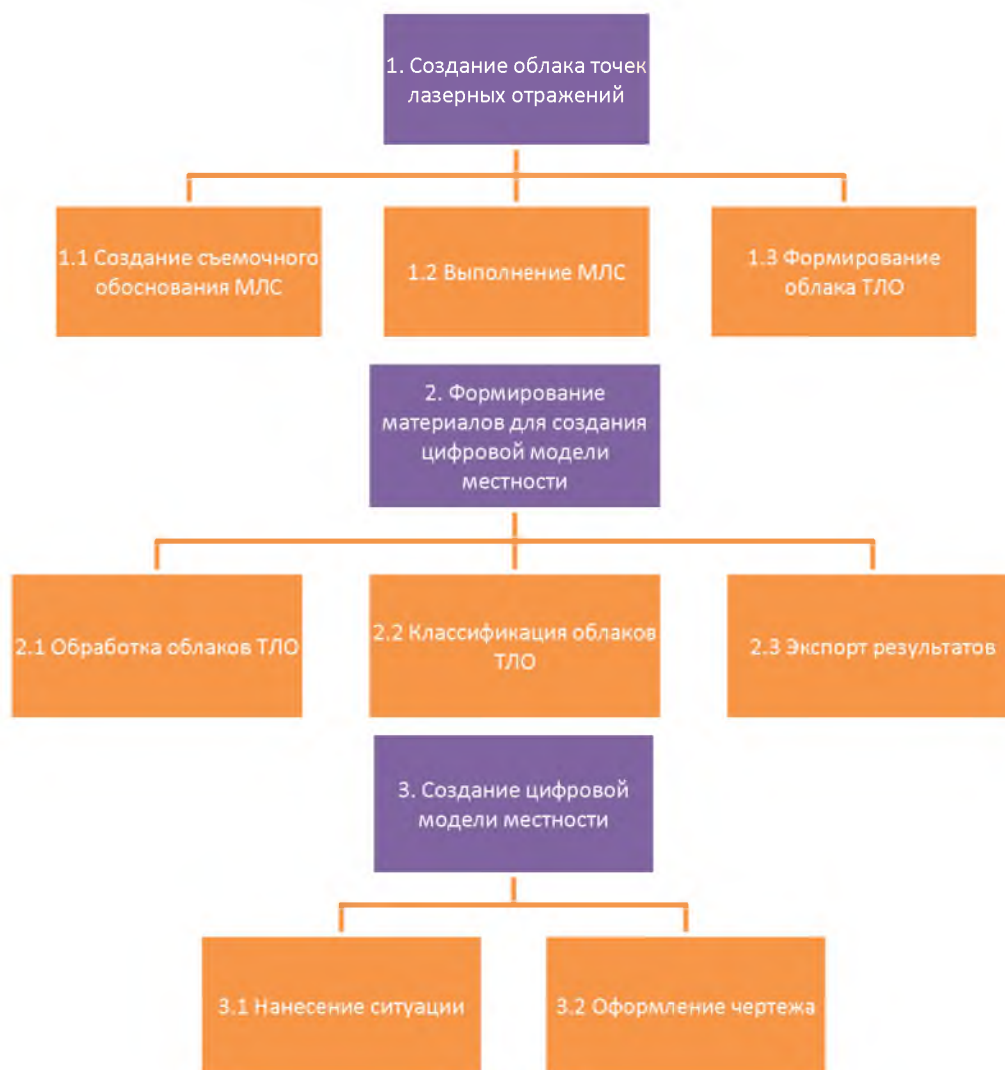


Рис. 1. Основные этапы создания цифровой модели местности на основе применения мобильного лазерного сканирования

Создание облака точек лазерных отражений

Для обеспечения привязки результатов лазерного сканирования к системам координат, повышения точности и контроля результатов лазерного сканирования требуется создание съёмочной геодезической сети (СГС). Этот этап включает в себя следующие работы:

- анализ топографогеодезической изученности территории;
- получение информации о координатах пунктов ГГС;
- закладка временных пунктов съёмочного обоснования;
- выполнение спутниковых наблюдений на пунктах ГГС и съёмочного обоснования;
- координирование контрольных точек на характерных контурах местности;
- обработка ГНСС наблюдений.

В первую очередь проводится рекогносцировочное обследование места производства работ с целью определения транспортной доступности объекта и траекторий движения системы МЛС, а также мест размещения пунктов ОГС и точек (КТ).

Далее выполняется их закладка. В связи с отсутствием необходимости периодичной съёмки местности при выполнении кадастровых работ обычно используется временный тип закрепления пунктов.

После закрепления пунктов СГС на них и на исходных геодезических пунктах производятся сеансы ГНСС наблюдений с применением спутниковой геодезической

аппаратуры. Наблюдения выполняются статическим методом способом построения триангуляционной сети.

Определение координат контрольных точек производится спутниковыми методами от пунктов СГС. Наиболее удобным и производительным методом для этого является кинематика в реальном времени (РТК).

Далее, в процессе камеральной обработки, выполняется обработка результатов полевых ГНСС измерений, уравнивание спутниковой геодезической сети, калибровка (локализация) системы координат и преобразование координат контрольных точек [2]. По результатам обработки формируются различные ведомости и каталоги координат, которые в дальнейшем будут использованы в дальнейшей обработке материалов МЛС и для формирования отчета по выполненным работам [3].

На этапе выполнения МЛС производится непосредственно сбор пространственных данных мобильного лазерного сканирования. Перед началом полевых работ по МЛС необходимо подготовить предварительные траектории движения сканирующей системы. В качестве исходных данных для этого используются спутниковые снимки из открытых источников и результаты рекогносцировочного обследования объекта.

Выполнение МЛС включает в себя:

- анализ улично-дорожной сети для выбора траектории движения сканирующей системы;

- подготовку комплекса МЛС к работе;

- выполнение сканирования местности перемещением комплекса по траектории.

Полевая часть работ начинается с установки базовых станций на пункты съёмочной сети и настройки режимов их работы в зависимости от типа используемого оборудования. Далее подготавливается к работе система МЛС. Для этого она собирается в рабочее положение и устанавливается на транспортное средство или заплечное крепление. Производится настройка требуемых режимов и проверка функционирования.

Перед началом и в конце работ по сканированию выполняется процедура инициализации в соответствии с рекомендациями производителя системы лазерного сканирования. Инициализацию необходимо выполнять на участке с благоприятными условиями для приема спутникового сигнала и вдали от возможных источников электромагнитных помех.

По завершению сбора пространственных данных осуществляется компьютерная обработка материалов с целью формирования облаков ТЛО и панорамных фотографий[4].

Алгоритм производства работ выглядит следующим образом:

- выполняется расчет и уравнивание траекторий движения системы лазерного сканирования. ;

- формирование облаков ТЛО из внутренних форматов системы лазерного сканирования;

- формирование панорамных фотографий и файла с элементами их внешнего ориентирования (линейных и угловых);

- присвоение цветового атрибута облаку ТЛО, используя в качестве источника данных панорамные фото.

Формирование материалов для создания модели местности.

Обработка облаков точек лазерных отражений подразделяется на этапы:

А) Фильтрация шумов ТЛО.

Б) Преобразование системы координат ТЛО.

В) Контроль точности создания и преобразования облаков ТЛО.

Особенностью технологии лазерного сканирования является возникновение шумов, вызванных как погодными условиями и факторами окружающей среды, так и спецификой работы оптической части лидара.

Таким образом, в облаке точек отражаются так называемые «шумы» и являются помехой для идентификации реальной поверхности объекта. Данная проблема в большей

мере решается применением математической обработки на основании ряда алгоритмов. В результате удается отфильтровать точки «шума» и повысить точность результирующих материалов.

Спутниковая навигация, применяемая в системах мобильного лазерного сканирования, осуществляет определение положения приемной антенны в общеземной системе координат (обычно WGS 84). Для выполнения кадастровых работ применяются адаптированные к территории Российской Федерации референчные системы координат (СК42, СК95 и др.). Привязку облаков ТЛО к требуемой системе координат осуществляют методом математических преобразований, применяя параметры трансформации, полученные на этапе создания съёмочного обоснования МЛС.

Классификация облака ТЛО

Для организации дальнейшей работы с облаком ТЛО выполняется процесс разделения массива точек на классы по выбранным заранее характеристикам. Класс точки это один из дополнительных атрибутов каждой точки, назначаемый в процессе обработки облака.

В первую очередь необходимо выделить точки, относящиеся к классу «земля», в который определяются все точки, соответствующие земной поверхности. Этот класс является базовым и обычно определяется в первую очередь в связи с тем, что дальнейшие алгоритмы классификации облака очень часто используют точки «земля» в качестве исходных данных, а при решении некоторых задач (например, топографической съёмки) достаточно только его.

Классификация точек «земли» выполняется методом молдинга (molding). Это итерационный метод, суть которого заключается в том, что сначала на основе абсолютного минимума в ячейках регулярной сетки отбираются точки, по которым строится триангуляционная модель. Затем по математическому алгоритму к полученной модели добавляются дополнительные вершины, соответствующие точкам лазерных отражений (ТЛО). После присоединения этих точек модель перестраивается. Добавление точек ограничено параметрами, которые устанавливает пользователь. Путем поиска оптимального набора параметров можно достичь наилучшего выделения точек земной поверхности.

После назначения класса «земля» точкам облака, принадлежащих земной поверхности, необходимо провести проверку выполненной классификации с целью исключения неточностей, вызванных не универсальностью алгоритма молдинга для поверхностей разного типа. Проверка выполняется путем анализа модели поверхности, построенной по отражениям класса «земля». В случае обнаружения некорректно отображенного участка, точки перемещают в ручном режиме из одного класса в другой.

При использовании материалов лазерного сканирования в кадастровых целях есть необходимость получения информации о границах объектов капитального строительства и земельных участков. Другими словами, необходимы только точки, соответствующие стенам зданий и конструкциям ограждений (заборов).

В этом случае будет удобно выделить часть точек, высотная отметка которых находится в диапазоне от 0.5 до 2.0 метров выше уровня земли. Для выполнения такой задачи существует алгоритм, позволяющий назначить выбранный класс точкам облака, находящихся выше земли в определённых рамках. По выполнении такого алгоритма мы получим в отдельном классе преимущественно точки, соответствующие стенам и ограждениям. Безусловно будут также присутствовать точки, соответствующие и другим объектам, таким как стволы деревьев, кустарники, припаркованные автомобили и т.п. Тем не менее в этом классе не будет точек, относящихся к поверхности земли и невысокой траве, а также крышам и навесам зданий. При ортографическом рассмотрении облака точек только этого класса мы будем наблюдать практически готовые границы ОКС и ЗУ. Такие материалы очень удобно использовать при создании цифровой модели местности.

Экспорт результатов

На этапе экспорта результатов лазерного сканирования подготавливаются материалы, которые будут использоваться в процессе создания цифровой модели местности (ЦММ). В зависимости от применяемого ПО и метода создания ЦММ, могут использоваться различные данные.

При выполнении создания ЦММ на основании облака ТЛО необходимо его представить в формате, совместимом с используемым ПО. Обычно подготовленные и классифицированные облака ТЛО сохраняются в обменном формате. В данное время самым популярным форматом является LAS – это отраслевой стандартный двоичный формат для хранения бортовых лазерных данных.

Также используется формат GeoTIFF. Это открытый формат представления растровых данных в формате TIFF совместно с метаданными о географической привязке (геореференцированный растр). Геотеги файлов определяют вид картографической проекции, систему географических координат, модель геоида, датум и любую другую информацию, необходимую для точного пространственного ориентирования снимка.

Создание ЦММ

Создание цифровой модели местности по материалам лазерного сканирования заключается следующем:

- создание площадных тематических объектов;
- создание линейных тематических объектов;
- создание точечных тематических объектов;
- формирование чертежа.

План создается точечными, линейными и площадными топографическими объектами. Каждый созданный объект отображается соответствующим условным знаком, который может автоматически изменяться в зависимости от масштаба отображения. Кроме типа отображения для созданного объекта может вводиться семантика объекта. Состав семантики определяется в редакторе классификатора и может быть изменен, дополнен в соответствии с потребностями пользователя и конкретными задачами.

Создание топографического плана начинается с нанесения площадных тематических объектов, таких как здания, сооружения и их части. Все здания и сооружения при крупномасштабных топографических съемках подразделяют на жилые, нежилые и общественного назначения; огнестойкие, не огнестойкие и смешанные; одноэтажные и выше одного этажа.

Следующим этапом создаются линейные объекты ситуации. К ним относятся заборы, дороги, коммуникации.

Далее происходит создание точечных тематических объектов, таких как отдельно стоящие деревья, дорожные знаки, столбы ЛЭП и т.д.

На заключительном этапе производится оформление чертежа.

Литература

1. Кузнецов А. О. Современные системы мобильного лазерного сканирования и особенности их применения на автомобильных дорогах // Дороги и мосты. – 2019. - № 42. – с. 56-76.
2. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS
3. ГОСТ Р 70689-2023. Дороги автомобильные общего пользования. Лазерное сканирование. Общие требования к проведению работ
4. ГОСТ 32453-2017. Глобальная навигационная спутниковая система СИСТЕМЫ КООРДИНАТ Методы преобразований координат определяемых точек

Методика фильтрации и классификации облака точек лазерных отражений по данным мобильного лазерного сканирования с использованием Terra Solid Гусев А. С., Чечин А. В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, магистрант
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, руководитель

В условиях ограничений на использование воздушного пространства в части регионов России набирает популярность технология мобильного лазерного сканирования, которая заключается в установке сканирующей системы на движущемся средстве (машине, поезде, человеке) и сборе информации об окружающей среде, излучая лазерный луч и принимая его с помощью датчиков. Немаловажным является и вопрос обработки полученных данных и формирование облака ТЛО, которое будет соответствовать необходимой точности, но при этом быть удобным в обработке и не иметь избыточных данных [5].

Одним из популярных ПО для обработки ТЛО является Terra Solid. Оно представляет несколько модулей, реализованных в программе MicroStation и предназначенных для работы с обработкой данных воздушного лазерного сканирования. Основным модулем является Terra Scan, отвечающий за показ различных облаков точек с различных ракурсов, фильтрация и классификация точек, удаление ненужных или ошибочных точек, работа с системами координат и типами картографических проекций, экспорт классифицированных облаков точек в различные форматы и др.

Целью данной работы является разработка методики фильтрации и классификации облака ТЛО по данным мобильного лазерного сканирования с использованием Terra Solid на базе ПО Micro Station.

В качестве исходных данных используются два облака точек, полученные в результате мобильного лазерного сканирования сканером GoSLAM RS100S, закрепленном на автомобиле. С облаками проведена исходная обработка в ПО GoSlam Manager (формирование плотного облака точек из траектории движения, данных спутниковых наблюдений и сырого облака точек). Полученные облака имеют 111 млн точек.

Все работы разделены на несколько этапов, представленных в виде схемы на рисунке 1. Стоит отметить, что большинство этапов возможно запускать автоматически с помощью макросов, если прописать алгоритм.



Рис. 1. Схема фильтрации и классификации облака ТЛО

Полученные облака точек имеют большую плотность точек и шумность, из-за чего работа с большими участками требует больших ресурсов компьютера. Для удобства работы с облаком стоит выполнить процедуру прореживания точек, чтобы исключить из облака излишнюю плотность. Программа Terra Solid предлагает несколько методов прореживания [1]:

- по плотности точек (основывается на расстоянии и разнице высот между точками);
- 2D сетка (создается двухмерная сетка заданного размера, в пределах каждой ячейки сохраняется одна точка);
- 3D сетка (создается трехмерная сетка заданного размера, сохраняется одна точка на ячейку сетки);
- по порядку (чаще всего используются точечный порядок по меткам времени);
- средняя плотность (производится анализ исходного облака точек и подбирается значение плотности на основе среднего интервала между точками, затем данные прореживаются до средней плотности).

Также программа позволяет выбрать точки, которые будут сохраняться внутри блока: наивысшая, наименьшая и медианная точка по высоте, центральная точка, наибольшее и наименьшее расстояние от сканера, наибольшая и наименьшая интенсивность точки, точки с ранней и поздней временной меткой, первое и последнее отражение точек, случайная точка, точка из определенного класса. Также существует возможность создать точку в середине каждой группы. Избыточные точки могут быть удалены, либо классифицированы в отдельных класс точек.

Для выбора оптимального метода прореживания были проведены эксперименты с различными методами и выбором точек. В результате анализа полученных облаков можно сделать несколько выводов. Наилучшие результаты были получены при использовании метода построения 3D сетки и прореживания с заданной плотностью точек, заданные значения представлены на рисунке 2. Стоит отметить, что прореживание методом 3D grid выполнялось в 3 раза дольше по времени, при этом результат прореживания оказался в целом схож и на качество облака практически не влияет. Выбор точки также существенного влияния в данном случае не оказывает, однако при необходимости определить точки рельефа на участке с густой травой можно использовать алгоритм поиска нижних точек. Инструмент выбора точек в большей степени зависит от задач проекта, например для определения планового положения стен зданий не стоит создавать точку в середине ячейки, так как это может привести к изменению положения стены здания в прореженном облаке. В данном проекте использовался выбор центральной точки и точки по интенсивности, т.к. она зависит от дальности излучения, что влияет на достоверность полученных точек [2].

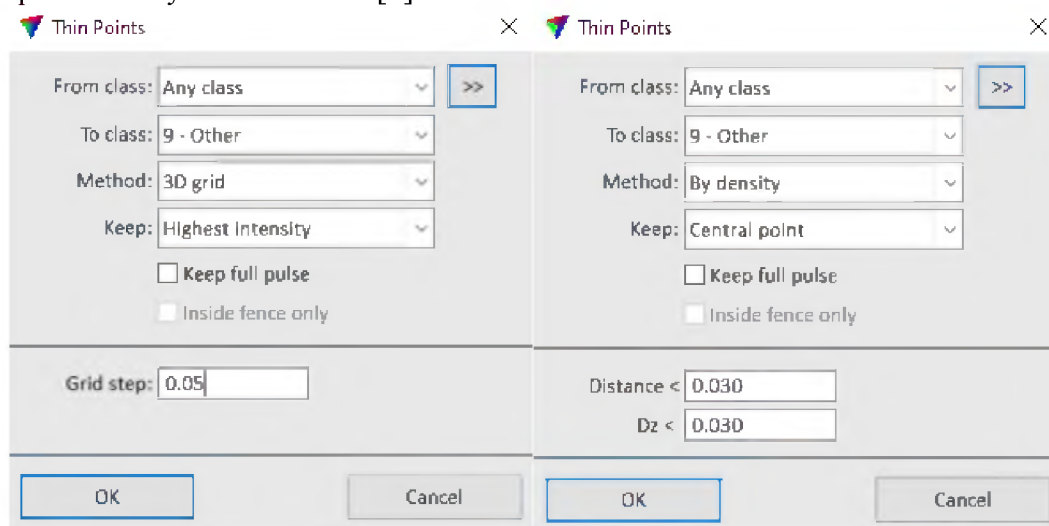


Рис. 2. Параметры фильтрации облака точек

В результате прореживания расстояние между точками облака увеличилось в среднем на 2-3 сантиметра на тех участках, где плотность была избыточна, в графическом виде результат показан на рисунке 3.

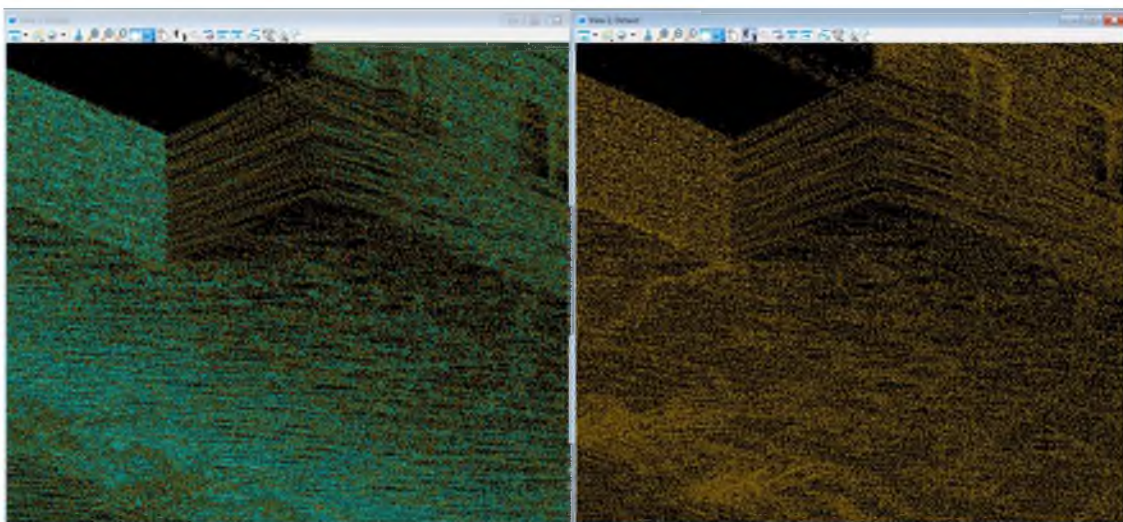


Рис. 3. Прореживание облака точек

Далее производилась классификация «низких» точек облака (используется для выявления отстрелов и удаленных точек). Процедура определяет в отдельный класс точки, которые находятся ниже, чем другие точки по близости. При этом алгоритм может находить как одинокие точки, так и группы точек. Параметры для поиска точек представлены на рисунке 4. Важными значениями являются расстояние между точками по высоте, при котором программа отнесет точку в класс низких, а также значения полигона, внутри которого программа будет искать точки. В результате было определено 7300 «низких» точек, пример определенной точки представлен на рисунке 5 [1].

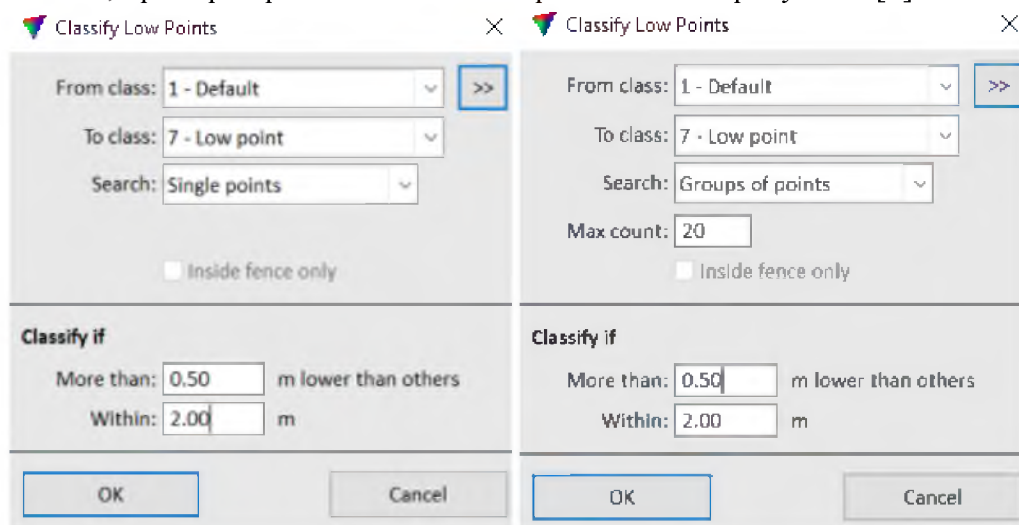


Рис. 4. Определение «низких» точек

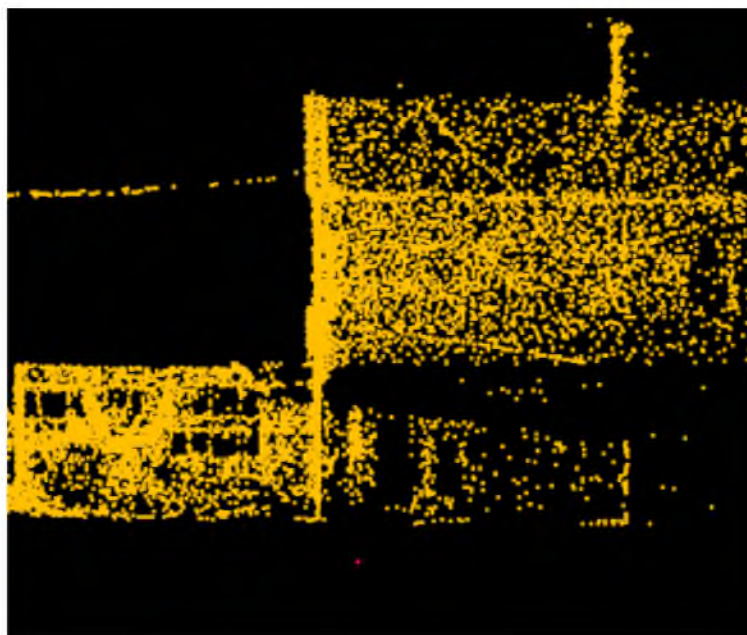


Рис. 5. Результат определения «низких» точек

На следующем этапе производится определение поверхностей точек (Hard Surface). Процедура заключается в поиске точек, находящихся в одной плоскости и образующие некую поверхность. Данный этап целесообразно проводить при наличии на участке работ твердых поверхностей (грунт, асфальт, гравий и т.д.), при работе с заросшими травой участками этот алгоритм бесполезен. Параметры классификации представлены на рисунке 6. Важным параметром является плановый допуск плоскости (plan tolerance), в данном случае данные имеют большую шумность, поэтому было задано значение в 10 см. Так как участок располагается на равнине, максимальный угол местности установлен в 15 градусов. В результате было определено 5 938 034 млн точек в отдельный слой.

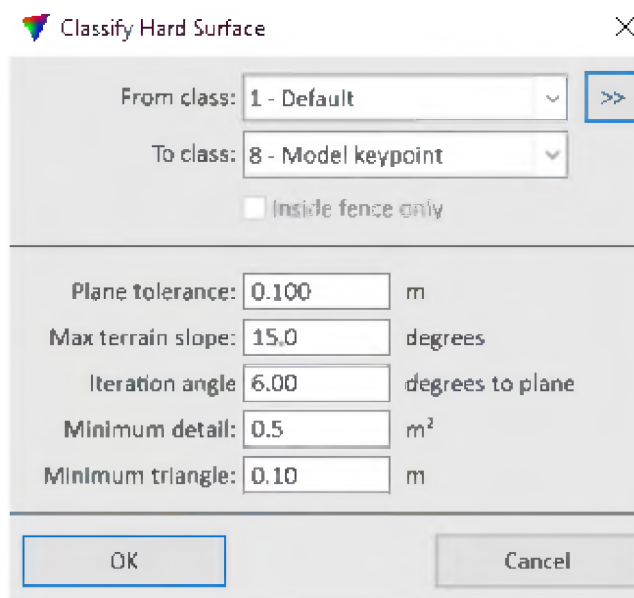


Рис. 6. Параметры определения поверхности точек (Hard Surface)

Далее по точкам поверхности выявляются точки земли (Ground). Алгоритм определяет локальные низкие точки, опираясь на заданный размер здания. Затем программа строит триангуляционную модель поверхности (TIN) и в зависимости от

заданного угла и расстояния добавляет точки земли в поверхность. Используемые параметры классификации и результат представлены на рисунке 6.

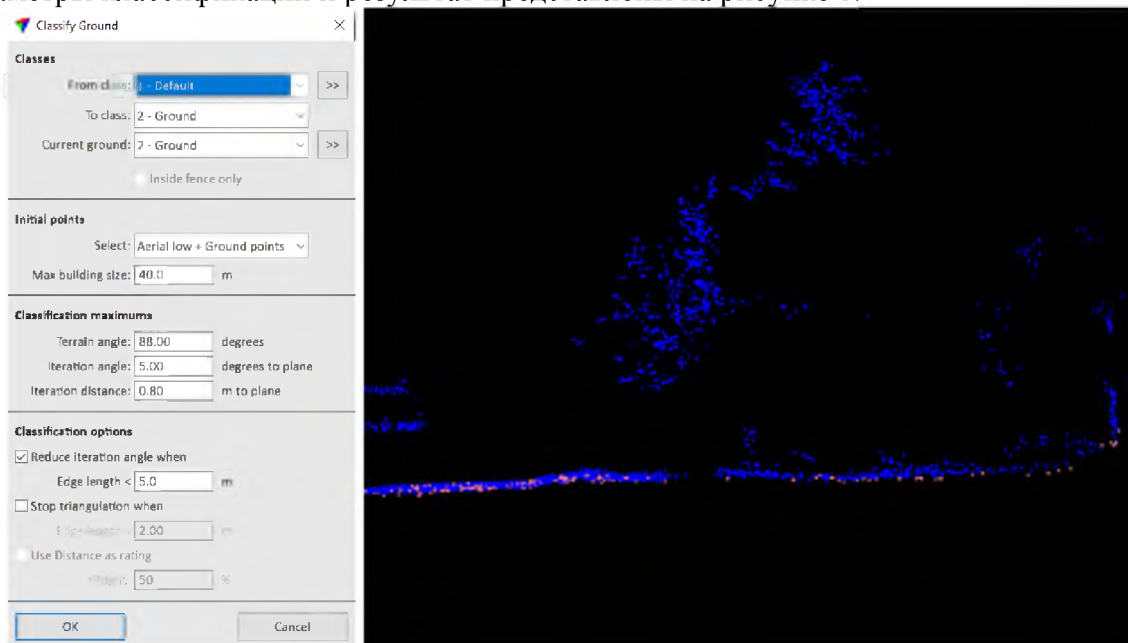


Рис. 6. Классификация точек земли

На следующем этапе производилось определение точек над поверхностью земли (by height from ground). Алгоритм проводит классификацию точек, которые располагаются в заданном диапазоне высот относительно точек какого-то класса. В качестве параметров используются максимальный размер треугольника во временной модели поверхности, а также минимальная и максимальная высота над ближайшими точками класса. Используемые параметры классификации представлены на рисунке 7 [4].

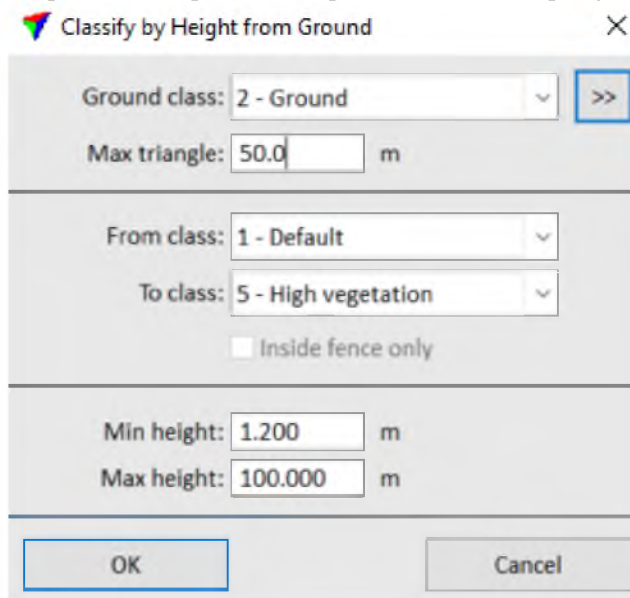


Рис. 7. Параметры определения точек над землей (by height from ground)

В результате выполнения алгоритма точки домов, заборов, часть растительности, а также точки ЛЭП были определены в отдельный слой, всего было классифицировано 33 845 961 млн точек, фрагмент классифицированного облака представлен на рисунке 8.

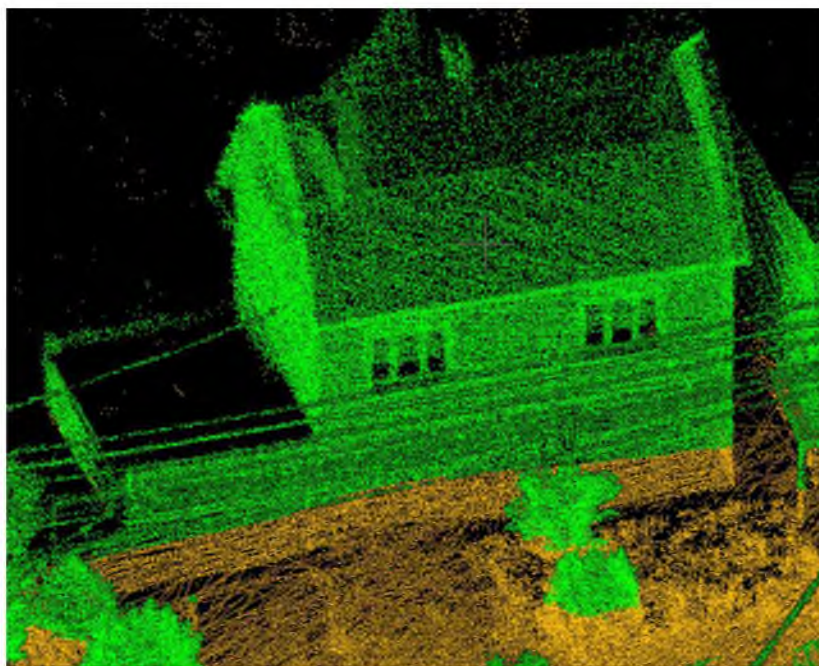


Рис. 8. Классификация точек над поверхностью земли

На заключительном этапе производился поиск точек зданий. Программа использует слой с точками над поверхностью земли и находит в нем те точки, которые образуют плоские поверхности. Слой земли используется для поиска участков, где точки земли не встречаются. Для шумного облака точек стоит использовать «relaxed rules» и указывать допуск по высоте около 10 см, минимальный размер здания также можно давать небольшой, т.к. в данных мобильного лазерного сканирования крыши могут попадать в облако неполностью. Используемые параметры и результат классификации представлены на рисунке 9. В слой зданий было классифицировано 4 344 456 точек. Стоит сказать, что данный алгоритм стоит применять только при условии, что большая часть крыш зданий восстановилась (при мобильном сканировании такое происходит далеко не всегда) [3].

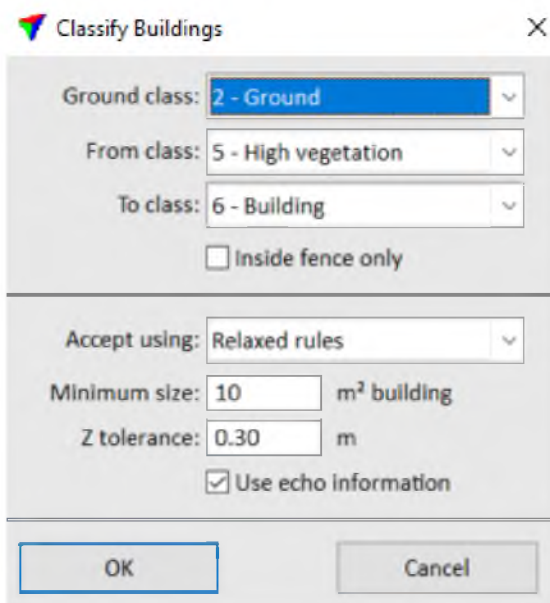


Рис. 9 а. Параметры определения точек зданий (buildings)

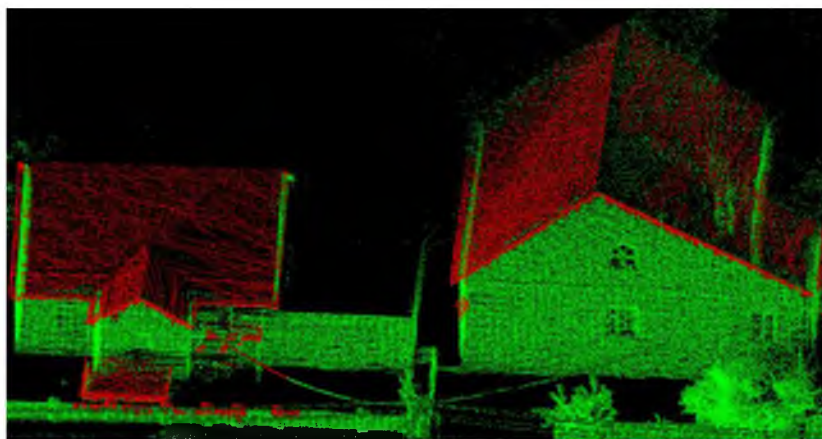


Рис. 9 б. Результат классификации

Полученные данные пригодны для дальнейшей обработки и формирования контуров объектов капитального строительства. Для последующей работы с точками возможны несколько вариантов. Программа Terra Solid позволяет выполнять автоматическую векторизацию, также можно выполнить векторизацию по облаку точек вручную, используя для привязки к точкам классифицированные слои стен зданий и крыш. Также по полученным данным возможно сформировать геопривязанные растровые изображения, пример представлен на рисунке 10. Еще одним вариантом является экспорт полученного облака точек в различные форматы (Las, Laz, E N Z, Fast binary) [4].

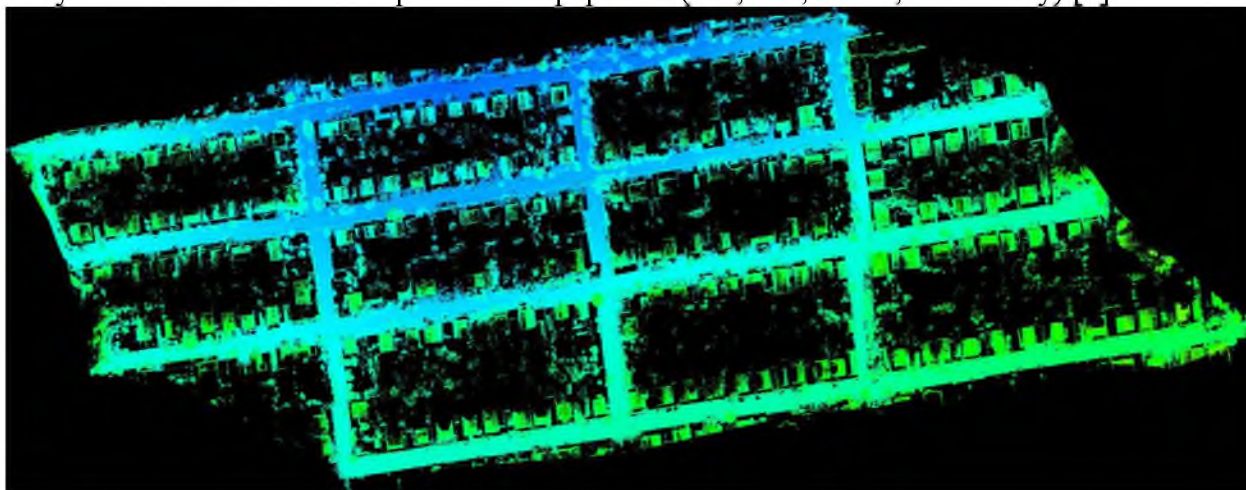


Рис. 10. Геопривязанное растровое изображение по облаку ТЛО

Литература

1. Алтынцев М. А. Методика автоматизированной фильтрации данных мобильного лазерного сканирования // Вестник СГУГиТ / Сибирский государственный университет геосистем и технологий. - 2021. – Том 26. – С. 5-18.
2. Алтынцев М. А. Создание топографических планов в ПК Micro Station. В 2 частях, часть 1: лабораторный практикум. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016. – 116 с.
3. Божко А. Н., Жук Д. М., Маничев В. Б. Основы проектирования в САПР MicroStation V8i. – Москва: Bentley Institute Press, 2013. – 426 с. - ISBN: 978-1-934493-18-2.
4. Дьяченко Р. А., Гура Д. А., Беспятчук Д. А. Разработка методики классификации точек лазерного отражения на основе программного обеспечения Bentley Micro Station // Научные труды КубГТУ. – Краснодар, 2023. – С. 28-35.
5. Пархоменко В. Д., Пархоменко И. В. Лазерное сканирование в государственном кадастре недвижимости: технологические и правовые аспекты // Землеустройство, кадастр

и мониторинг земель. Сибирский государственный университет геосистем и технологий. – Новосибирск, 2016. – С. 114-123.

Формирование экологического каркаса Нижегородской агломерации **Сорокин К. Д., Косарева Н. А.**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, магистрант

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, руководитель

Правительством Нижегородской области от 21 декабря 2018 года № 889 была утверждена стратегия социально-экономического развития Нижегородской области до 2035 года. Важными задачами стратегии являются формирование экологического каркаса Нижегородской агломерации, а также уточнение текущих границ и определение перспективных границ Нижегородской агломерации [2].

Методическими рекомендациями по подготовке проектов схем территориального планирования субъектов РФ, утвержденными приказом Минрегиона РФ от 19 апреля 2013 года № 169 экологический каркас территории определен как пространственно-организованная структура, которая поддерживает экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию природных систем [1].

В научной литературе в отношении природной составляющей пространственной организации применяют понятия: «природный каркас территории», «экологический каркас», «природно-экологический каркас», «зеленый каркас», «градо-экологический каркас» и другие. Наиболее часто встречаются понятия природный и экологический каркас, но следует разделять эти два определения.

Природный каркас близок по значению с системой особо охраняемых природных территорий, от функционирования его элементов зависит способность территории поддерживать свое экологическое равновесие. Экологический каркас помимо природного каркаса включает в себя природно-антропогенные территории. Экологический каркас служит защитой для природного каркаса от негативного антропогенного воздействия, он способствует поддержанию баланса между экстенсивно и интенсивно эксплуатируемыми территориями [3].

В отечественной и зарубежной литературе наблюдается единство в отношении набора структурных элементов такой системы, обладающего строго определенными функциями, необходимыми качественными и количественными параметрами, а также внутренней типологической классификацией и иерархией [5]. Таким образом, экологический каркас включает в себя следующие группы элементов: ядра или ключевые территории, транзитные территории или экологические коридоры, локальные элементы, буферные территории и территории восстановления природы (рис. 1).

В ходе научного исследования выполнена разработка геоинформационного проекта для формирования экологического каркаса. Определено содержание и структура проекта, в рамках которого на основе трех методов выполнено геоинформационное моделирование границы Нижегородской агломерации, выделены элементы экологического каркаса, включающиеся 4 группы элементов и выполнен анализ элементов экологического каркаса на основе расчета вегетационного индекса.

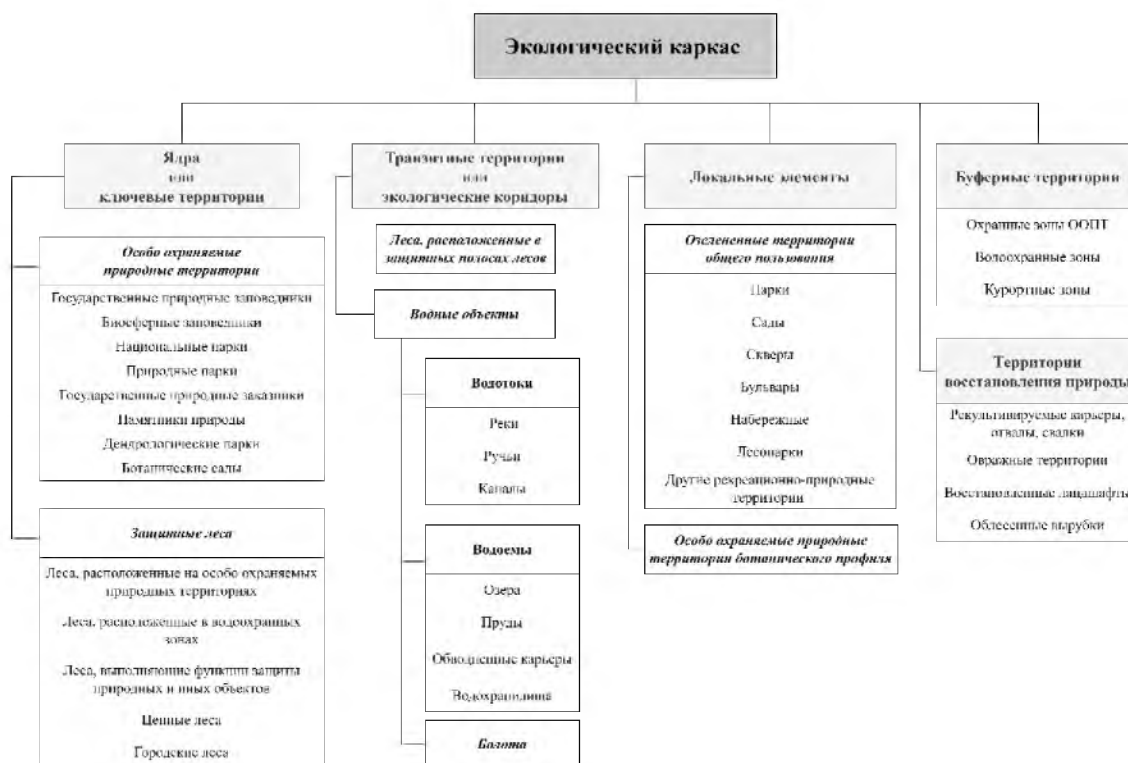


Рис. 1. Схема структурных элементов экологического каркаса

Исходными данными для моделирования экологического каркаса являются перечень особо охраняемых природных территории и реестр озелененных территорий общего пользования Нижегородский области, предоставленные Министерством экологии и природных ресурсов Нижегородской области. В качестве сведений о лесах Нижегородской области использованы лесохозяйственные регламенты районных, межрайонных и городских лесничеств, предоставленные Министерством лесного хозяйства и охраны объектов животного мира Нижегородской области. Также источником данных являются статистические показатели социально-экономического положения базы данных показателей муниципальных образований, сведения единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН), материалы мультиспектральной съемки с пространственным разрешением 30 м со спутника Landsat-9 и другие.

В ГИС-проекте формирования экологического каркаса Нижегородской агломерации создано 4 группы слоев: картографическая основа, слои для определения границы Нижегородской агломерации, граница агломерации и элементы экологического каркаса. Выполнена организации графических и атрибутивных данных. В результате выделено 19 слоев, из них 2 точечных, 2 линейных и 15 площадных слоев.

В качестве программного обеспечения выбрана геоинформационная система QGIS, поддерживающая большое количество модулей для выполнения пространственного анализа и обработки многоспектральных снимков.

Определение границы Нижегородской агломерации выполнено с помощью геоинформационного моделирования трёх показателей для делимитации. Поэтапно были исследованы следующие показатели:

- транспортная доступность от ядра агломерации;
- непрерывно урбанизированная территория;
- территории с высокой плотностью населения;

На основе полученных результатов определена граница Нижегородской агломерации.

Определение границ исследуемой территории по критерию транспортной доступности выполнено при помощи модуля QNEAT3, реализующего метод изохрон для

построения границ по затратам времени, необходимого для поездки в ядро агломерации. В результате была получена изохрона транспортной доступности (рис. 2).

Определение непрерывно урбанизированной территории выполнено путем наложения сетки с размером ячейки 1x1 км². Для каждой ячейки определено количество зданий, на основе этих значений выполнен пространственный анализ степени урбанизированности территории и построена граница непрерывно урбанизированной территории (рис. 3).

Определение территорий с высокой плотностью населения выполнено на основе анализа плотности населения. Муниципальные образования с плотностью населения выше среднего по Нижегородской области (более 21 чел/км²), были включены в границу Нижегородской агломерации.

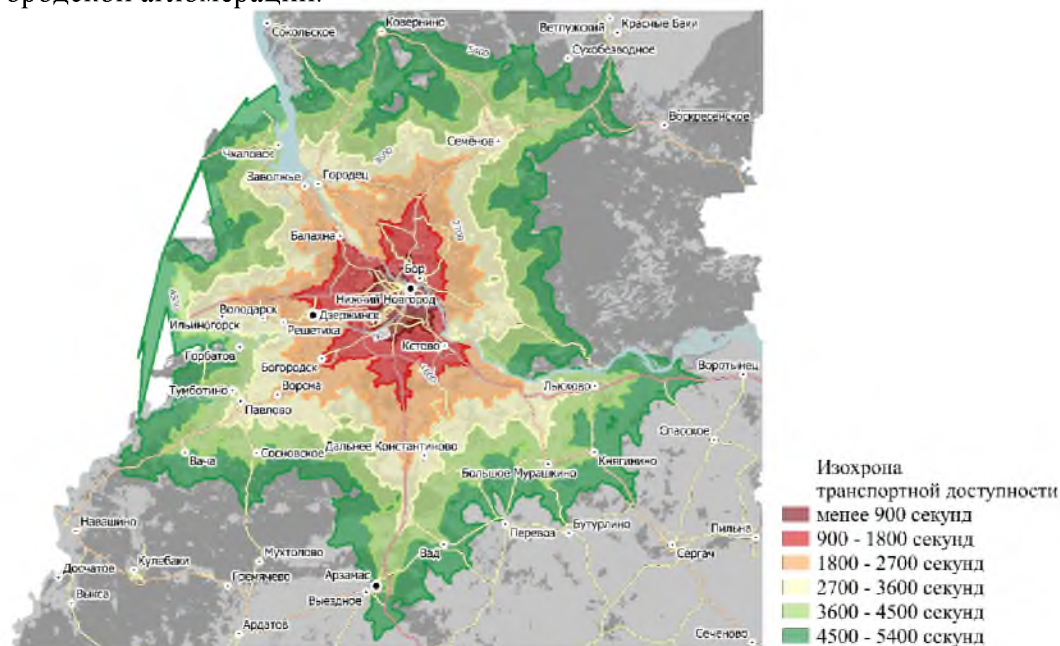


Рис. 2. Зоны транспортной доступности Нижегородской агломерации

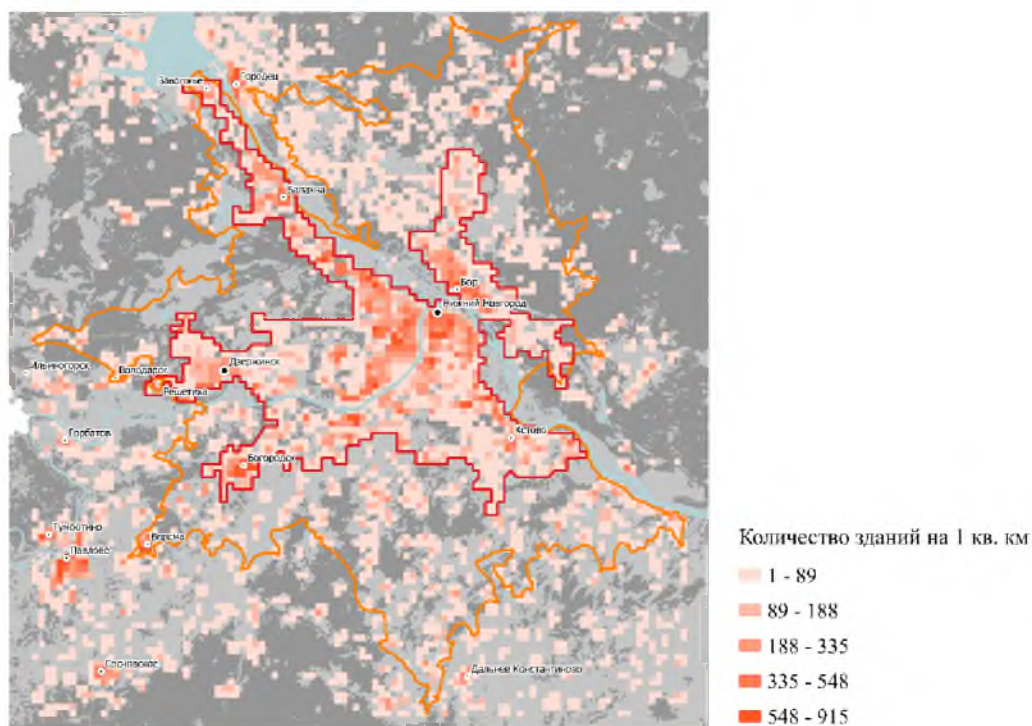


Рис. 3. Граница непрерывно урбанизированной территории

Выполнена генерализация полученных результатов исследования критериев делимитации и установление границы Нижегородской агломерации (Рисунок 4). В границы агломерации вошли: городские округа г. Нижний Новгород и частично городской округ г. Дзержинск, г. Бор и муниципальные округа Кстовский, Балахнинский и Богородский.

Определены показатели Нижегородской агломерации. Площадь агломерации составляет 3 203,14 км², в состав входят 6 городов и 7 поселков городского типа. Общая численность городского населения Нижегородской агломерации составляет 1 676 580 человек, города сосредотачивают в себе около 98,5% городского населения агломерации, поселки городского типа 1,5%.

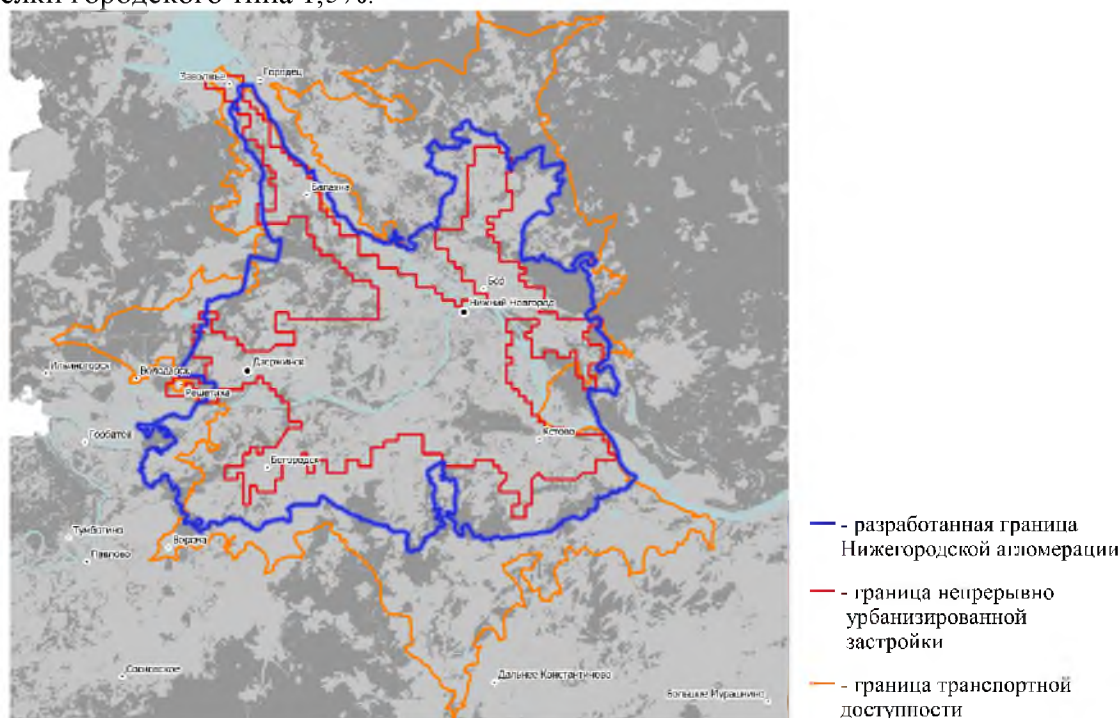


Рис. 4. Установленная граница Нижегородской агломерации

Для подтверждения разработанной границы агломерации был рассчитан коэффициент развитости городской агломерации, предложенный П.М. Поляном, который рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{разв}} = P(M \times m + N \times n),$$

где:

P – численность населения агломерации (млн. чел.);

M и N – количество городов и поселков городского типа соответственно;

m и n – доли городов и поселков городского типа в городском населении агломерации соответственно.

Коэффициент развитости Нижегородской агломерации составил 11, что соответствует сильно развитой агломерации в градации развитости городских агломераций.

Формирование экологического каркаса основано на выделении природного каркаса территории и объединения крупных лесных массивов, которые рассматривают как продолжение природного каркаса. В качестве ключевых территорий экологического каркаса Нижегородской агломерации выделены особо охраняемые природные территории (ООПТ) и защитные леса, расположенные в границе Нижегородской агломерации. Так как особо охраняемые природные территории могут представлять, в том числе, одиноко стоящие деревья, в перечне ООПТ Нижегородской агломерации была выполнена их сортировка по площади, ООПТ площадью менее 1 га были отнесены к локальным

элементам в виде точечных объектов (16 объектов). Для 32 ООПТ были получены выписки Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии для предоставления границ территории на основании выполненных запросов. В результате сформированы границы 32 особо охраняемых природных территорий, общей площадью 181,5 кв. км.

Выделение защитных лесов выполнено на основе регистрации графических материалов лесохозяйственных регламентов межрайонных, районных или городских лесничеств. В ГИС-проект были загружены карты-схемы распределения (подразделения) лесов по целевому назначению Балахнинского межрайонного лесничества, Богородского, Борского и Кстовского районного лесничества, а также Нижегородского и Дзержинского городского лесничества. Выполнена векторизация кварталов защитных лесов и заполнена необходимая информация в соответствии с организацией атрибутивных данных слоя. В результате векторизации защитных лесов получено 1 652 объекта общей площадью 895 кв. км.

Транзитными территориями или экологическими коридорами являются защитные полосы лесов, водотоки, водоемы и болота, расположенные на территории Нижегородской агломерации. Защитные полосы лесов были загружены в ГИС-проект путем векторизации аналогично защитным лесам. В итоге создано 90 объектов общей площадью 19,2 кв. км.

В качестве исходных данных о водных объектах Нижегородской агломерации был использован векторный набор данных NextGIS. Протяженность всех рек (77 ед.) экологического каркаса Нижегородской агломерации составила 702 км, протяженность ручьев (273 ед.) 314 км и каналов (97 ед.) 50 км. Водоемы занимают площадь 172 кв. км, а общая площадь болот составила 96 кв. км.

К локальным элементам экологического каркаса Нижегородской агломерации отнесены озелененные территории общего пользования городских поселений (ОТОП) и особо охраняемые природные территории общего пользования (площадью менее 1 га).

Границы озелененных территорий получены в ГИС-проекте путем векторизации по схемам реестра ОТОП, атрибутивная информация внесена в проект на основании данных реестра. В результате получены границы 322 ОТОП на территории Нижегородской агломерации общей площадью 33,6 кв. км.

В виде точечных объектов в проекте представлены 16 из 48 ООПТ Нижегородской агломерации. Точки создавались по данным паспортов ООПТ и справочным данным публичной кадастровой карты.

Водоохранные зоны созданы с помощью инструмента построения буферных зон для водотоков и водоемов, размеры взяты из Водного кодекса РФ. В ГИС-проекте созданы водоохранные зоны для 93 озер, около 500 рек и ручьев, их общая площадь составила 222 кв. км.

Для построения охранных зон ООПТ были получены выписки о зонах с особыми условиями использования территорий путем запроса в Федеральную службу государственной регистрации, кадастра и картографии для 12 территорий. Сформирован векторный слой охранных зон ООПТ, их общая площадь составила 18 кв. км.

В работе выполнена оценка состояния озелененных территорий общего пользования, входящих в экологический каркас Нижегородской агломерации. В качестве исходных данных использованы материалы мультиспектральной съемки с пространственным разрешением 30 м со спутника Landsat-9 за 9 августа 2023 года. Выполнен расчет индекса NDVI, на основании значений которого выявлено, что площадь озелененных территорий общего пользования, обладающих густой растительностью, занимает 20,1 кв. км, что составляет 60% от общей площади ОТОП Нижегородской агломерации. Открытая почва, кустарники и не растительный покров занимают 4,9 кв. км, что составляет 15% от общей площади ОТОП Нижегородской агломерации (33,60 кв. км).

Определена общая площадь экологического каркаса Нижегородской агломерации, она составляет 1 198,4 кв. км, что составляет 37,4% от общей площади Нижегородской агломерации (рис. 5).

Таким образом, более трети территории Нижегородской агломерации составляют объекты природного комплекса. Это свидетельствует о благоприятных условиях для формирования экологического каркаса территории.

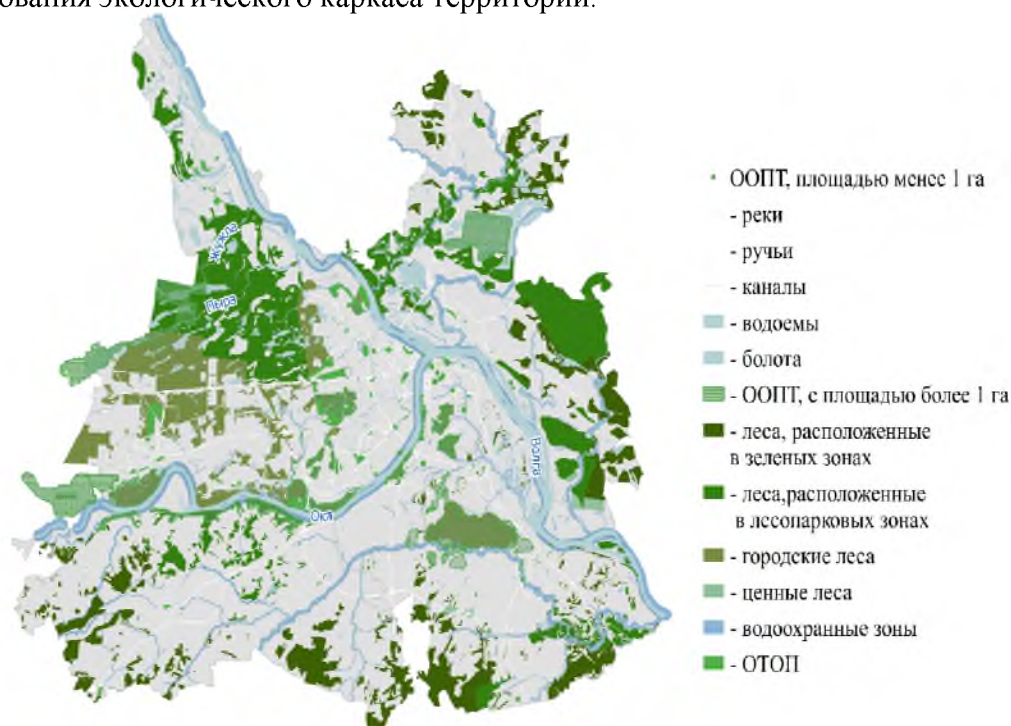


Рис. 5. Экологический каркас Нижегородской агломерации

Экологический каркас территории является основой её устойчивого пространственного развития. Необходимо закрепить границы Нижегородской агломерации и объектов экологического каркаса на законодательном уровне. Для оптимального функционирования элементов экологического каркаса необходимо проведение их регулярного экологического мониторинга.

Литература

1. Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 19.04.2013 № 169 «Об утверждении Методических рекомендаций по подготовке проектов схем территориального планирования субъектов Российской Федерации»
2. Постановление Правительства Нижегородской области от 21 декабря 2018 года № 889 «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Нижегородской области до 2035 года»
3. Бакка С. В., Киселева Н. Ю. Особо охраняемые природные территории Нижегородской области : аннотированный перечень.. – Нижний Новгород : Минприроды Нижегородской области, 2008. – 544 с.
4. Полян П. М. Территориальные структуры – урбанизация – расселение: теоретические подходы и методы изучения. Москва: Новый хронограф, 2014. – 788 с.
5. Пономарев А. А., Байбаков Э. И., Рубцов В. А. Экологический каркас: анализ понятий // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. – 2012. – Т. 154. – Кн. 3. – С. 228-238.

Мониторинг земельных участков в соответствии с их видом разрешенного использования

Крылова А. В., Шершнева Н. Н.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, студент

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, руководитель

Государственный мониторинг земель — это комплекс мероприятий, направленных на постоянное отслеживание состояния земельного фонда с целью выявления изменений, их оценки, прогнозирования, предотвращения и устранения негативных последствий.

Государственный мониторинг земель является важной составляющей системы управления земельными ресурсами. Он представляет собой систему наблюдения и анализа состояния земель, осуществляемую государственными органами с целью контроля за их использованием, охраны и устойчивого управления земельными ресурсами. В рамках государственного мониторинга земель осуществляется сбор и анализ информации о площади, качестве, использовании и изменении земель, а также оценка уровня экологической устойчивости и устойчивого развития земельных ресурсов.

Согласно статье 67 Главы 11 Земельного Кодекса Российской Федерации [1] все земельные участки РФ вне зависимости от формы собственности являются объектом государственного мониторинга земель.

Мониторинг земельных участков проводился на территории города Нижний Новгород. Город Нижний Новгород является административным центром Приволжского федерального округа и Нижегородской области. Находится на берегах двух великих рек – Волги и Оки в центре Восточно-Европейской равнины. Площадь города составляет 410,68 кв.м, а площадь городского округа, в который входит еще 20 населенных пунктов составляет 515 кв.м.

При проведении государственного мониторинга земельных участков используются такие методы, как (рис. 1):

- 1) Анализ сведений, содержащихся в ЕГРН [5].
- 2) Применение геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования [4].
- 3) Наземные съемки, наблюдения и обследования [3].

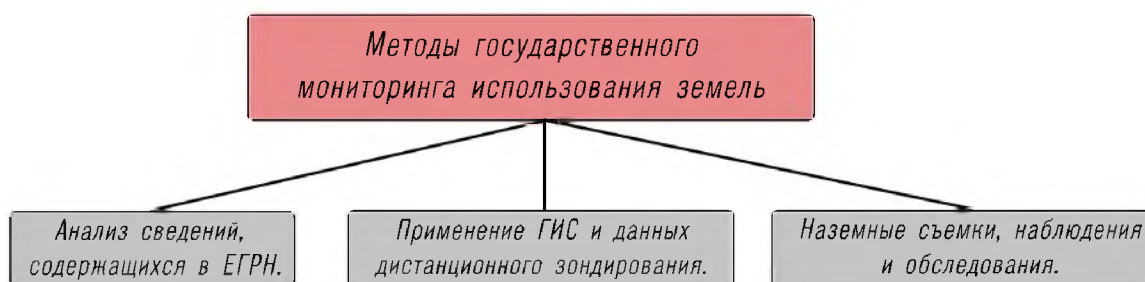


Рис. 1. Методы государственного мониторинга земель

Использование первого способа применяется в том случае, когда есть необходимость в наблюдении за изменением вида разрешенного использования земельного участка в течении определенного отрезка времени.

Для комплексной оценки соответствия фактического использования земельного участка с разрешенным видом использования наиболее удобно совмещать сразу 3 метода, так как в совокупности они дополняют друг друга.

В данной работе первый метод мониторинга (Анализ сведений, содержащихся в ЕГРН) являлся подготовительным этапом для сбора информации на земельные участки (рис.к 2).



Рис. 2. Этапы мониторинга

Проведя мониторинг 22 земельных участков, находящихся на территории города Нижний Новгород, было выявлено, что 64% угодий используются не по назначению (14 земельных участков), что может привести к нарушению правовых и социальных норм. Такие нарушения являются административными и влекут за собой ответственность, предусмотренной ч. 1 ст. 8.8 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях [2].

Для сокращения количества таких случаев важно своевременно изменять ВРИ, так как все правообладатели имеют полное право изменять основной и вспомогательный вид разрешенного использования земельных участков без дополнительных согласований и публичных слушаний.

Для каждого земельного участка был рассчитан штраф по минимальной процентной ставке от кадастровой стоимости в соответствии с КоАП ч.1 ст.8.8. (таблица 1).

Таблица 1. Размер штрафа

Собственник	Размер штрафа
Физическое лицо	От 0,5 до 1 процента кадастровой стоимости участка, но не менее 10 000 рублей
Должностное лицо	От 1 до 1,5 процента кадастровой стоимости участка, но не менее 20 000 рублей
Юридическое лицо	От 1,5 до 2 процентов кадастровой стоимости участка, но не менее 100 000 рублей

Подведя итог, общая сумма штрафов со всех земельных участков с выявленными нарушениями в соответствии с видом разрешенного использования (14 угодий) составила 1 296 063,87 руб.

Литература

- 1 Закон Российской Федерации от 25 октября 2001 года № 136-ФЗ «Земельный кодекс Российской Федерации»
2. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2001 года № 195-ФЗ «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях»
3. Нижегородская область. Нижний Новгород : город / Нижний Новгород. Городской информационно-деловой портал. – URL: <http://www.novgorodlife.ru/gorod> (дата обращения: 07.04.2024).

4. Публичная кадастровая карта. – URL: <https://pkk5.rosreestr.ru> (дата обращения: 15.04.2024).
5. Официальный сайт Росреестра - URL: <https://rosreestr.gov.ru/> (дата обращения: 15.04.2024).

Разработка методики оценки точности и определения площадей земельных участков при проведении межевания

Грачёва Е. Е., Данилович А. И.

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия, студент
Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия, руководитель

Межевание земельных участков неразрывно связано с кадастровыми работами. Однако таковые являются лишь одной частью всего цикла работ. Все операции, производимые с земельными участками, такие как, например, продажа участка, могут выполняться только с участками, поставленными на государственный кадастровый учет. Любое действие с ними, даже если собственник считает таковую землю своей, будет незаконным, то есть, владелец участка не имеет прав на него при отсутствии межевания [2].

Определение границ земельного участка и вычисление площади земельного участка являются одними из главных задач кадастра объектов недвижимости. Картографо-геодезическое обеспечение кадастра направлено на решение поставленных задач. Именно поэтому межевание земельных участков - это важное направление геодезических работ [5].

Межевые работы остаются актуальными по сегодняшний день, так как именно в процессе кадастрового учета объектов недвижимости выявляются и получают официальное закрепление индивидуальные характеристики объекта (основные и дополнительные), что выделяют его из всех других объектов недвижимости.

Сами межевые работы являются полным комплексом мероприятий по установлению, закреплению и восстановлению на местности границ объектов землеустройства, определению их местоположения, площадей, и далее юридическому оформлению полученных материалов.

Способ проведения межевания может быть выбран инженером на основе анализа района работ, в котором проводится межевание. Какие методики будут использоваться, и какая будет величина погрешности определяется в зависимости от вопросов, связанных с зонированием поселений или планированием земельных участков для различных видов их разрешенного использования.

Целью межевания является постановка земельных участков на государственный кадастровый учет с последующей регистрацией прав и оформлению правовых документов на них.

На данный момент актуальным остается вопрос точности определения площадей земельных участков. Площадь неразрывно связана с оценкой кадастровой стоимости участка, анализом рынка цен и другой информации об объектах деятельности кадастра.

Количество сделок с земельными участками растет с каждым годом, увеличивается и число различных государственных целевых программ по передаче объектов землеустройства в частную собственность. Поэтому необходимо повышение точности определения площадей земельных участков и применение современных средств измерений [6].

Точность кадастровых работ регламентирована соответствующими нормативными документами. Площадь земельного участка и итоговая стоимость земельного участка связаны между собой. Вполне очевидно, что с увеличением стоимости земель должны возрасти и требования к точности определения координат точек границы участка.

Поэтому важно понимать: каким образом связаны между собой точностные характеристики координат точек границы участка и стоимость земель; как стоимость земель может повлиять на точность работ по координированию граничных точек.

Целью статьи является разработка методики оценки точности определения площадей земельных участков при проведении межевания.

Под земельным участком обычно принимают часть земной поверхности, которая имеет четко зафиксированные границы, местоположение, площадь и установленный правовой статус. При этом размер земельного участка описывается физической и геодезической площадями.

Физическая площадь является площадью земной поверхности в границах объекта землеустройства с учётом всех неравномерностей физической поверхности земли. Физическая площадь вычисляется по цифровой модели рельефа (ЦМР).

Геодезическая площадь является площадью, которая определяется по геодезическим координатам поворотных точек границы земельного участка. То есть, геодезическую площадь можно считать площадью на плоскости [3].

При этом отличаться геодезическая и физическая площади друг от друга могут от двух до пяти процентов. Это будет зависеть от форм рельефа на участке земли.

Плановое положение на местности границ объекта землеустройства характеризуется плоскими прямоугольными координатами центров межевых знаков, вычисленными в местной системе координат.

Геодезической основой межевания объектов, подлежащих кадастровому учёту, являются пункты опорной межевой сети 1 класса (далее - ОМС-1) и 2 класса (далее - ОМС-2), а также пункты Государственной геодезической сети (далее - ГГС).

Межевание земельных участков с различной градацией земель проводится с точностью не ниже точности, указанной в таблице 1.

Таблица 1 Нормативная точность межевания объектов землеустройства

№	Градация земель	Средняя квадратическая ошибка M_t положения межевого знака относительно ближайшего пункта исходной геодезической основы, не более, м	Допустимые расхождения при контроле межевания, м	
			$\Delta S_{доп}$	$f_{доп}$
1	Земли поселений (города)	0,10	0,2	0,3
2	Земли поселений (поселки, сельские населенные пункты); земли, предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества, дачного и индивидуального жилищного строительства	0,20	0,4	0,6
3	Земли промышленности и иного специального назначения	0,50	1,0	1,5
4	Земли сельскохозяйственного назначения (кроме земель, указанных в п. 2), земли особо	2,50	5,0	7,5

	охраняемых территорий и объектов			
5	Земли лесного фонда, земли водного фонда, земли запаса	5,00	10,0	15,0

При этом предельно допустимая среднеквадратическая погрешность положения характерной точки земельного участка равна удвоенному значению среднеквадратической погрешности положения межевого знака $M (M_t)$.

Площадь (S) объекта кадастрового учета вычисляется по координатам характерных точек границ объекта. Если объектом работ является земельный участок, то абсолютное расхождение $|\Delta S|$ между вычисленной площадью земельного участка ($S_{\text{выч}}$) и площадью, указанной в документах на данный земельный участок ($S_{\text{док}}$):

$$|\Delta S| = |S_{\text{выч}} - S_{\text{док}}| \quad (1)$$

не должно превышать величину допустимого расхождения $\Delta S_{\text{доп}}$, равную:

$$\Delta S_{\text{доп}} = 0,035 \times M_t \times \sqrt{S_{\text{док}}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{док}}$ - площадь земельного участка, га;

При $|\Delta S| > \Delta S_{\text{доп}}$ геодезистом проводится анализ ошибок, после чего подготавливается заключение в письменной форме. Данное заключение далее передается заказчику вместе с материалами межевания. Это нужно для принятия заказчиком решения о дальнейшем проведении работ.

При $|\Delta S| \leq \Delta S_{\text{доп}}$ за окончательное значение площади принимается вычисленная по производимым работам площадь с указанием $\Delta S_{\text{доп}}$. Площадь записывается в м² с округлением до одного м². Также можно дополнительно записать площадь в гектарах с округлением до 0,01 га [4].

Для исследования были созданы две модели, приближенные к реальной съемке поворотных точек земельного участка на местности. Участок был взят стандартной формы и размером 20 м x 30 м. Само исследование проводилось в специальном программном обеспечении КРЕДО ДАТ 5.3. Данная программа предназначена для автоматизации камеральной обработки полевых инженерно-геодезических данных и измерений, выполненных с использованием глобальных навигационных спутниковых систем и цифровых нивелиров, а также традиционных средств координатных определений (тахеометры, дальнометры, теодолиты и т.д.).

При создании моделей был выбран прибор, который часто используется при геодезических измерениях – электронный тахеометр. Прибор был выбран фирмы Sokkia, модель CX-105. В программу КРЕДО ДАТ 5.3 были внесены технические характеристики средства измерений, приведенные ниже в таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики используемого геодезического прибора

Точность измерения углов	5"
Дальность измерения расстояний	
без отражателя	0.3 - 500 м
на одну призму	1.3 - 5000 м
на отражающую пленку	1.3 - 500 м
Точность измерения расстояний	
без отражателя	$\pm (3 + 2 \times 10^{-6} \times D)$
на призму	$\pm (2 + 2 \times 10^{-6} \times D)$
на отражающую пленку	$\pm (3 + 2 \times 10^{-6} \times D)$

Для того, чтобы создать условия съемки при создании модели в смоделированные измерения были введены ошибки в горизонтальные углы и расстояния. Ошибки были получены в программе Microsoft Excel с помощью пакета «Анализ данных».

При оценке точности площади земельного участка используются формулы:

$$\Delta S_{\text{доп}} = 0,035 \times M_t \times \sqrt{S_{\text{док}}}, \quad (2)$$

$$M_t = \sqrt{m_0^2 + m_1^2}, \quad (3)$$

где m_0 – средняя квадратическая погрешность определения координат точки съемочного обоснования относительно ближайшего пункта государственной геодезической сети или геодезической сети специального назначения;

M_t – средняя квадратическая погрешность определения координат характерной точки относительно ближайшего пункта государственной геодезической сети или геодезической сети специального назначения;

m_1 – средняя квадратическая погрешность определения координат характерной точки относительно точки съемочного обоснования, с которой производилось ее определение.

Также известна формула погрешности площади в виде:

$$m_p = r \times m_t \times \sqrt{S}, \quad (4)$$

где r — коэффициент корреляции погрешностей m_x и m_y [1].

При первом варианте оценки точности учитывается СКП определения координат точки съемочного обоснования относительно ближайшего пункта ГГС или геодезической сети специального назначения съемки поворотных точек земельного участка, которая получается при проложении полигонометрического хода.

То есть на оценку точности определения площади будут влиять: ошибки измерений при проложении хода, ошибки при измерении поворотных точек земельного участка, точность используемого прибора и т.д.

Съемка поворотных точек ЗУ

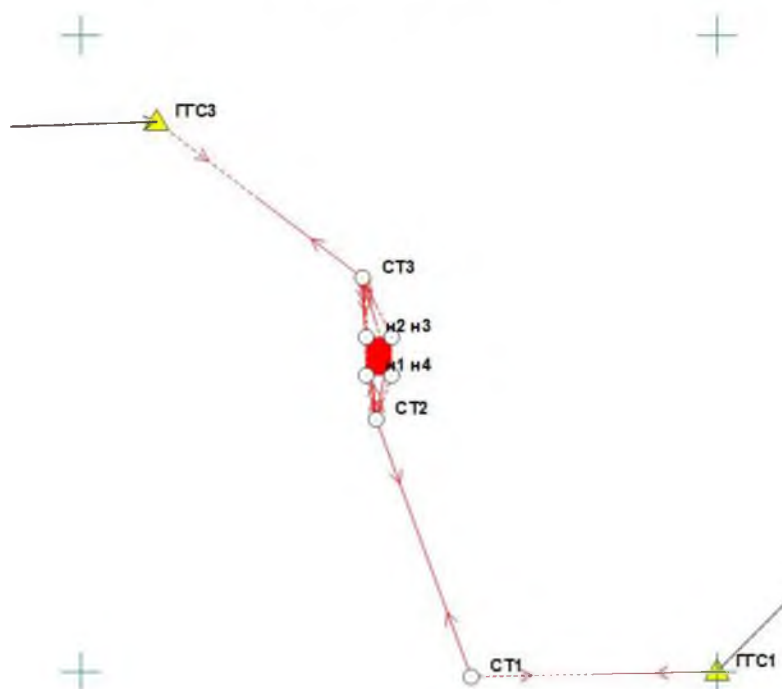


Рис. 1. Схема съемки поворотных точек земельного участка при создании первой модели

Из рисунка 1 видно, что сначала проложен полигонометрический ход, со станций которого существует прямая видимость на поворотные точки земельного участка. Для контроля съемки точек измерения производят с двух станций стояния.

В результате обработки и уравнивания в программе КРЕДО ДАТ 5.3 выводятся соответствующие ведомости, которые позволяют судить о точности смоделированных измерений (табл. 3, табл. 4).

Таблица 3. Характеристики полигонометрического хода первой модели

Точки хода	Длина Хода, м	N	Nb	Fb факт.	Fb доп.	Невязка до уравнивания				Невязки по уравни. дир. углам			
						Fx, м	Fy, м	Fs, м	S /Fs	Fx, м	Fy, м	Fs, м	S /Fs
ГГС1, СТ1, СТ2	408,957	3	3	-0°00'03"	0°01'44"	0,010	0,003	0,010	39920	-0,001	0,001	0,002	251708

Таблица 4. Ведомость оценки точности положения пунктов первой модели

Ведомость оценки точности положения пунктов			
Пункт	M, м	Mx, м	My, м
н1	0,0071	0,0053	0,0047
н2	0,0071	0,0054	0,0047
н3	0,0070	0,0051	0,0048
н4	0,0072	0,0054	0,0048

Необходимые характеристики для дальнейшего исследования получены, далее можно приступить к созданию второй модели.

Вторая модель будет отличаться тем, что в ней станции съемки поворотных точек земельного участка приняты как безошибочные, то есть СКП положения СТ2, СТ3, представленные в таблице 4, роли в оценке точности положения точек н1, н2, н3, н4 играть не будут (рис. 2).

Схема съемки поворотных точек ЗУ

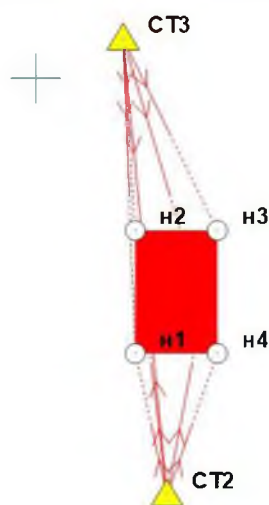


Рис. 2. Схема съемки поворотных точек ЗУ при создании второй модели

Таким образом, точность определения зависит от: точности самих измерений точек, от характеристик прибора, то есть от СКП измерений горизонтальных углов и расстояний.

В целом точность и погрешность измерения при межевании земельных участков могут зависеть от множества факторов, например, таких как: погодные условия, квалификация измерителя, выбранный метод измерения, техническое состояние оборудования.

В смоделированные измерения также были введены ошибки, как при создании первой модели. Измерения производились с контролем с двух станций СТ2 и СТ3. После уравнивания выводится та же ведомость (Таблица 5), как и в первой модели, для дальнейшего их сравнения.

Таблица 5 - Ведомость оценки точности положения пунктов второй модели

Пункт	M, м	Mx, м	My, м
н1	0,0032	0,0029	0,0014
н2	0,0033	0,0030	0,0015
н3	0,0030	0,0025	0,0017
н4	0,0030	0,0026	0,0015

После того, как смоделированы два варианта съемки и успешно получены необходимые результаты для дальнейшего исследования, можно составить сводную таблицу сравнений результатов оценки точности (Таблица 6).

По данным таблицы 6 можно сделать вывод, что вторая модель получилась гораздо точнее первой. Такой результат связан с тем, что, в отличие от первой модели, станции съемки были приняты безошибочными. Поэтому вся оценка точности положения межевого знака складывалась из точности измерений.

Таблица 6. Сравнение результатов оценки точности двух моделей

Пункт	Первая модель	Вторая модель
	Mt, мм	Mt, мм
н1	7,1	3,2
н2	7,1	3,3
н3	7,0	3,0
н4	7,2	3,0

Если учитывать СКП определения координат точки съемочного обоснования относительно ближайшего пункта ГГС или геодезической сети специального назначения, средняя СКП определения положения поворотной точки участка равна 7,1 мм. Если же не учитывать, то средняя СКП положения точки равна 3,1 мм.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать вывод, что – при использовании современного геодезического оборудования и методик определения характерных точек земельных участков ошибка исходных данных составляет половину окончательной среднеквадратической погрешности выносимой в натуру точки участка.

Полученные данные позволят приступить к следующему этапу исследования – к выбору оптимальной формулы для оценки точности определения площадей земельных участков при проведении межевания.

Литература

1. Данилович А. И. Исследование влияния погрешностей съемки на точность определения площадей земельных угодий и разработка программного обеспечения банка

данных для учета земель. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, Московский институт инженеров землеустройства, 1982. – 21 с.

2. Земельный вопрос [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.zemvopros.ru> (дата обращения: 10.11.2023).

3. Безменов В. М. Картографо-геодезическое обеспечение кадастра. Площадь земельного участка. Точность определения площади : учебно-методическое пособие. – Казань : Казанский федеральный университет, 2014. – 27 с.

4. Методические рекомендации по проведению межевания объектов землеустройства (утв. Росземкадастром 17 февраля 2003 г.) (с изменениями от 18 апреля 2003 г.)

5. Свитин В. А. Теоретические основы кадастра : учебное. - Минск, Москва.: Новое знание ; ИНФРА-М ; 2013 — 254 с.

6. Содержание и структура деятельности по управлению земельными ресурсами России и ЕС при формировании национальных рамок квалификации и образовательного стандарта для подготовки кадров в области управления земельными ресурсами и отношениями / Ю. М. Рогатнев, С. Игнэр, В. Н. Щерба [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. - 2016. - № 1 (21). С. 119 - 129.

Влияние ошибок построения прямого угла на точность измерения координат недоступной точки с помощью функции электронного тахеометра «измерение со смещением»

Паршина У. А., Четверикова А. А.

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия, студент

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия, руководитель

Проблема определения координат «недоступных» точек в геодезии существовала всегда. Так координаты «недоступной» точки чаще всего определялись с помощью:

- 1) различных видов засечек;
- 2) проложением висячих ходов;
- 3) коррективкой проложенного полигонометрического хода для улучшения видимости необходимой точки.

Все эти способы активно применяются в настоящее время, но у каждого из них есть свои минусы. Так, при необходимости закоординировать всего одну точку, проложение висячего хода или корректирование линии полигонометрического хода не оправдано, так как затраченные на это время и силы не окупаются объемом работ. Применение засечек менее затратно, но возникают особенности их выполнения: не всегда можно выдержать необходимые геометрические параметры при выполнении угловых засечек или измерить расстояния до объекта при использовании линейных

С усовершенствованием приборов и появлением новых способов проведения топографо-геодезических работ, бесспорно, повысилась точность получаемых данных. Кроме того, в современных электронных тахеометрах появилась функция, которая позволяет определить координаты «недоступной» точки путем редуцирования координат промежуточной точки по заданным условиям: расстоянию и направлению смещения. Однако данная функция представлена не во всех марках и моделях электронных тахеометров засечках. В большинстве приборов эта функция называется «измерение со смещением по расстоянию».

Она позволяет в программном обеспечении электронного тахеометра автоматически вычислять координаты «недоступной» точки через непосредственно измеренные координаты дополнительной (промежуточной) точки и расстояние между промежуточной и «недоступной» точками. Промежуточная точка по условиям реализации

функции электронного тахеометра «измерение со смещением по расстоянию» устанавливается на местности таким образом, чтобы между направлением на прибор и на «недоступную» точку образовывался прямой угол.

В полевых условиях при использовании функции «измерение со смещением по расстоянию» главной проблемой для геодезиста-вешечника выступает необходимость найти такую точку на местности, которая будет образовывать необходимый для автоматического редуцирования прямой угол. Сами наблюдения и измерение расстояния между наблюдаемой и искомой точкой являются рядовыми наблюдениями, которые не требуют дополнительных навыков.

Для построения прямого угла на местности между двумя точками используется прибор эккер. Но в связи с тем, что современное геодезическое сообщество считает этот прибор устаревшим, эккер практически не используется при работе с электронными тахеометрами и лазерными дальномерами. Следовательно, у полевых геодезистов при выполнении работ практически не бывает в комплекте приборов эккера и прямой угол строится на глаз или с помощью различных приспособлений, например, визирок, компасов, прямоугольных прицелов.

В данной статье приводятся результаты проведенного эксперимента по определению степени точности получения в полевых (натурных) условиях координат «недоступной» точки, вычисленной через функцию электронного тахеометра «измерение со смещением по расстоянию», и определяется общая ошибка, которая накапливается в процессе наблюдений и формирует ошибку в определении координат «недоступной» точки исключительно по результатам полевых (натурных) наблюдений. Дополнительно рассматриваются различные способы построения прямого угла и их вклад в итоговую точность определения координат «недоступной» точки.

Для оценки точности определения координат «недоступной» точки были выполнены полевые измерения. В этом эксперименте проведен ряд полевых наблюдений, связанных с использованием функции электронного тахеометра «измерение со смещением по расстоянию».

Для экспериментов в качестве измерительных приборов и инструментов взяты:

- 1) Электронный тахеометр Sokkia SET 530RK со стандартным штативом к нему.
- 2) Лазерный дальномер Bosch Universal Distance 50.
- 3) Геодезический отражатель Vega.
- 4) Веха [RGK CLS111](#).
- 5) Треугольная линейка размерами 20x20x28 см.
- 6) Дорожный туристический компас с ценой деления 5°.

Исходные координаты «недоступной» точки заданы в условной системе координат. Наблюдения на промежуточную точку выполнены с помощью электронного тахеометра и вехи с отражателем. Расстояние между промежуточной точкой и «недоступной» точкой измерены с помощью лазерного дальномера.

Построение прямого угла, необходимого для реализации функции электронного тахеометра «измерение со смещением по расстоянию» выполнено тремя различными способами:

- 1) На глаз (далее глазомер).
- 2) С помощью визирки, которая представляет собой линейку прямоугольного равнобедренного треугольника, длина катетов которого составляет 20 сантиметров (далее визирка).
- 3) С помощью складного туристического дорожного компаса, который не предназначен для геодезических наблюдений (далее компас).

Наблюдения проведены в ноябре 2023 года в городе Москве на территории ФГБОУ ВО ГУЗ. Бригада полевых геодезистов собрана из студентов 4 курса направления обучения «Геодезия и дистанционное зондирование». Наблюдения выполнены в три цикла по 20 наблюдений в цикле.

После окончания всех полевых наблюдений произведено сличение полученных после автоматического вычисления координат «недоступной» точки с исходными координатами «недоступной» точки.

В таблице 1 приведены результаты сличения координат (ΔX , ΔY) «недоступной» точки, указано расстояние между промежуточной и «недоступной» точкой (L) и выполнена оценка точности полученных результатов по формуле Гаусса для нахождения СКП одного измерения в ряде наблюдений (СКП, мм).

Анализируя значения ошибок, полученных в ходе эксперимента, можно сделать выводы:

- точность определения координат «недоступной» точки напрямую зависит от расстояния между промежуточной и «недоступной» точками. Это видно из полученных в ходе эксперимента результатов: чем больше расстояние, тем больше невязка по координатным осям;

Таблица 1 - Результаты сличения координат при разных способах построения прямого угла на местности

№ наблюдения	Глазомер, мм			Визирка, мм			Компас, мм		
	ΔX	ΔY	L,м	ΔX	ΔY	L,м	ΔX	ΔY	L,м
1	38	-245	1.455	-56	70	0.905	13	47	0.835
2	41	28	1.638	-4	63	1.147	1	44	1.160
3	-4	36	2.184	65	54	1.566	-64	24	1.647
4	66	49	2.828	52	53	2.016	15	37	2.116
5	36	51	3.250	71	62	2.425	-25	39	2.465
6	-4	55	3.503	-26	77	2.750	27	68	2.797
7	-33	31	3.795	3	75	3.171	-30	35	3.175
8	32	35	3.044	-79	38	3.454	-7	30	3.603
9	75	47	2.649	-118	29	3.905	-40	39	3.921
10	-5	39	1.488	-61	67	4.168	21	33	3.162
11	53	-10	1.262	-4	-73	0.774	62	-38	0.950
12	26	-34	1.636	56	-84	1.394	53	-38	1.226
13	67	-24	2.104	48	-51	2.040	38	-52	1.770
14	27	25	2.609	-15	-86	3.037	28	-50	2.337
15	-79	-13	2.932	7	-59	3.505	0	-59	2.915
16	-144	6	3.515	-10	-46	4.179	-40	-65	3.192
17	-255	8	4.011	-66	-56	3.280	-86	-46	3.550
18	-21	-41	4.609	35	-48	2.654	-61	-48	4.079
19	128	-43	3.880	-2	-68	2.280	-71	-39	3.775
20	197	-34	3.086	-12	-45	1.595	-12	-55	3.078
СКП, мм	113			80			62		

- способ построения прямого угла сильно влияет на точность определения координат искомой точки. Эксперимент доказывает, что СКП в каждом цикле измерений разная. Самая высокая точность полученных координат наблюдается в цикле с построением прямого угла с помощью компаса, тогда как при построении прямого угла глазомером точность полученных координат в два раза хуже. Точность построения прямого угла с помощью визирки хуже, чем при помощи компаса, но в то же время значительно лучше, чем при построении глазомером.

Таким образом, ошибка определения координат с помощью функции электронного тахеометра «измерение со смещением» складывается из способа построения прямого угла, длины расстояния от промежуточной точки до «недоступной» точки, а также степень натренированности вешечника.

Общим выводом к данной статье можно указать следующее: применение функции электронного тахеометра «измерение со смещением по расстоянию» вполне применима для координирования «недоступных» точек при выполнении геодезических работ. Но следует обратить внимание на тот момент, что точность получения координат только «недоступной» точки лежит в пределах от 6 до 12 сантиметров. Следовательно, если предполагать, что точность построения съемочного обоснования лежит в пределах от 3 до 5 сантиметров (полигонометрия 2-го разряда), то окончательная точность положения «недоступной» точки составит величину от 7 до 13 сантиметров. Таким образом, для масштаба топографического плана 1:500 данной точности немного не хватает, но для топографических планов масштаба 1:2000 данной точности вполне достаточно.

Литература

1. Маслов А. В., Гордеев А. В., Батраков Ю. Г. Геодезия : учебное пособие для вузов. - Изд. 6-е, перераб. и доп. – Москва : КолосС, 2008. – 599 с.
2. Технические характеристики тахеометра SokkiaSET 530RK. - URL : <https://www.geo-spektr.ru/taheometry/sokkia/set-530rk.html> (дата обращения: 02.04.2024).
3. Технические характеристики лазерного дальномера BoschUniversalDistance 50. - URL : <https://www.geo-spektr.ru/lazernye-dalnomery/bosch/Bosch-Universal-Distance-50.html> (дата обращения : 02.04.2024).
4. Спиридонов А. И. Основы геодезической метрологии: производственно-практическое издание. – Москва : Картгеоцентр – Геодезиздат, 2003. – 248 с.
5. ГКИНП-02-033-82. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. – Москва, Недра, 1982. – 152 с.

Особенности многофункциональной базы данных объектов при картографировании культурного наследия Канавинского района Нижнего Новгорода

Дашаева Д. П., Никольский Е. К.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, студент

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия, руководитель

Канавинский район - один из старейших районов города, первое упоминание о котором относится к 1599 году [2]. Район является географическим центром Нижнего Новгорода, а также в историческом прошлом имел торговое значение, так как на его территории располагалась Нижегородская ярмарка. Значение района усиливается благодаря наличию железнодорожного и автомобильного вокзалов. В Канавинском районе расположены 55 объектов культурного наследия, связанных с историческим прошлым территории.

При сборе данных об объектах культурного наследия возникла проблема с поиском информации, так как она имела в большом количестве в различных источниках, но не была систематизирована. В результате выполненной нами систематизации была сформирована таблица.

В таблице для дальнейшего анализа были заполнены характеристики по 55 объектам. По виду объекты культурного наследия разделены на 3 вида: памятники, ансамбли, достопримечательные места, что соответствует Федеральному закону № 73 [1]. В таблице 1 показано количество объектов по каждому виду:

Таблица 1. Классификация ОКН по виду

№ п/п	Вид ОКН	Количество
1	Памятники	45
2	Ансамбли	8

3	Достопримечательные места	2
Итого		55

По данным таблицы в Канавинском районе преобладают памятники, их количество 45, что составляет 82%; 14% занимают ансамбли – 8 объектов; меньше всего (4%) представляют достопримечательные места – 2 объекта.

По значению объекты подразделяются на 3 вида: федерального, регионального, муниципального [1]. 7% занимают объекты культурного наследия федерального значения, 93% - объекты культурного наследия регионального значения.

Одно из важнейших направлений анализа исходных данных – это оценка состояния ОКН. Оценка производилась в процессе рекогносцировки, изучения литературных и картографических источников. При этом учитывались следующие показатели: состояние ОКН, уникальность, местоположение, сохранность, возможность реставрации или реконструкции. Результаты такой комплексной визуальной оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты по характеристике «Состояние»

Состояние	Количество объектов
Удовлетворительное	47
Требуют ремонта (реставрации или реконструкции)	7
Объект утрачен	1
Итого	55

По данным таблицы 47 объектов имеют состояние «Удовлетворительное», что для одного района является вполне хорошим показателем. Для объектов, требующих ремонта (реставрации или реконструкции), необходимо выполнить глубокий анализ их состояния и определить перечень восстановительных работ. Один из примеров состояния «Требуют ремонта» представлен на рисунке 1 «Корпус мануфактурных складов Нижегородской ярмарки».



Рис. 1. Руинированный объект – Корпус мануфактурных складов Нижегородской ярмарки

Для оценки состояния ОКН требуется профессиональный анализ специалистов в области архитектуры, строительства, истории. Причины, по которым объекты получили статус «утрачен», состоят в отсутствии в прошлом достаточного внимания к состоянию и их охране. Объектом, имеющим состояние «Утрачен» является: Территория Всероссийской художественно-промышленной выставки. Данная территория используется как парк 1 мая.

Очень важной характеристикой является датировка объектов. В таблице 3 представлено количество объектов с учетом дат завершения их создания.

Таблица 3. Даты завершения создания объектов культурного наследия

№	Год	Количество объектов
1	1698 г.	1
2	1800-1850 гг.	4
3	1850-1900 гг.	21
4	1900-1950 гг.	21
5	1950-2000 гг.	6
6	Дата не указана	2

По результатам анализа характеристики «Даты завершения создания объектов культурного наследия» было рассмотрено 55 объектов. Из них один относится к 17 веку «Церковь Смоленской Божьей Матери в Гордеевке (Строгановская)». Самый поздний объект относится к 20 веку (Могила Харитоновы Владимира Михайловича, Героя Советского Союза). Наибольшее количество объектов культурного наследия относится к 1850-1950 гг. За эти 100 лет было создано 42 объекта, в последствии получивших статус объектов культурного наследия Нижнего Новгорода.

Приведенный выше анализ объектов культурного наследия позволил получить необходимую информацию для разработки базы данных. Приведенные характеристики объектов культурного наследия образуют единую систему, в которой все они взаимосвязаны. Активное использование этих объектов в жизни общества с соблюдением всех норм законодательства способствует их сохранности.

Помимо Нижнего Новгорода со своей историей, существуют города, имеющие также большое количество объектов культурного наследия. Для мониторинга и управления ОКН используют базы данных о них, размещенные на соответствующих сайтах.

Структура БД является общей и основывается на положении о едином государственном реестре объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и на статье 15 № 73 – ФЗ.

Основные данные, которые должны содержаться в базе данных для дальнейшего создания тематической карты объектов культурного наследия, расположенных на территории Канавинского района Нижнего Новгорода:

- Информация о ОКН. К ней относится: название, местоположение, категория, статус охраны и площадь.
- Фотоматериалы. Предназначены для понимания особенностей объекта и его состояния [1].

С помощью сравнения БД можно найти схожие характеристики, достоинства и недостатки, получить представления об уникальности объекта. В таблице 4 представлены структуры баз данных ОКН четырех городов России: Рязани, Калининграда, Санкт-Петербурга и Москвы.

На основе анализа источников информации о картографическом представлении объектов культурного наследия в различных регионах страны и собственного опыта подобного вида работ можно сделать предварительные выводы:

- базы данных ОКН могут быть различными по степени подробного описания и возможности их пополнения;
- достоинством некоторых баз данных является наличие фотографий ОКН, позволяющих судить о внешнем виде объекта;
- недостатком проанализированных баз данных является: отсутствие информации о кадастровых данных, таких как кадастровый номер, кадастровый квартал, кадастровая стоимость и т. д.;
- в некоторых базах данных используются элементы геоинформационных систем что позволяет при помощи гиперссылок получать больше информации об объектах.

Эти выводы положены в основу проектирования базы данных геоинформационной системы при картографировании объектов культурного наследия Канавинского района Нижнего Новгорода.

Таблица 4 – Структуры баз данных некоторых городов России

Город	Структура БД
Рязань	Достоинство БД: объекты представлены в специальных учетных карточках.
	Информация, содержащаяся об объектах: наименование, тип объекта, местоположение, вид объекта, датировка, правоустанавливающий документ, современное значение, охранный статус, техническое состояние, архитектор [3].
Калининград	Недостаток: информация об ОКН представлена в виде таблицы, в которую нельзя внести изменения.
	Информация, содержащаяся об объектах: идентификатор, наименование, датировка, адрес, реквизиты правового акта о постановке на государственный учет, реестр [4].
Санкт-Петербург	Достоинство: для поиска объектов использована карта города с гиперссылками, позволяющая выбрать объект и перейти на следующую страницу с карточкой об ОКН и фрагментом карты крупного масштаба с расположением объекта.
	Информация: наименование ансамбля, наименование объекта, датировка, местоположение, категория историко-культурного назначения объекта и его вид [5].
Москва	Достоинство: база данных представлена в виде электронной таблицы с перечнем объектов культурного наследия.
	Информация об ОКН: идентификатор, наименование объекта по виду, административный округ, район, местоположение, охранный статус, категория объекта, вид ОН [6].
Открытые данные Министерства культуры России	Достоинство: БД представлена таблицей, в базе находится вся информация об ОКН России.
	Информация, которая содержится в БД: объект, номер в реестре, регион, полный адрес, категория историко-культурного значения, вид объекта, принадлежность к ЮНЕСКО, информация о ценности объекта [7].

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 25 июня 2002 года № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»
2. Храмцовский Н. И. Исторический очерк Кунавина и современное его состояние – Текст : электронный – 1865. – С. 1-12. – URL : <https://book-hall.ru/kanavino>
3. Памятники и объекты культурного наследия Рязанской области / Памятники архитектуры Рязанской области. – URL : <https://culture62.ru/> (дата обращения 24.03.2024).
4. Объекты культурного наследия регионального значения, находящиеся на территории муниципального образования городской округ «Город Калининград». - URL : <https://www.klqd.ru>
5. Сведения из Единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации / Открытые данные Министерства культуры России. - URL : <https://opendata.mkrf.ru>

6. Объекты культурного наследия / Портал открытых данных правительства Москвы. - URL : <https://data.mos.ru>

7. Сведения из Единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации / Открытые данные Министерства культуры России - URL : <https://opendata.mkrf.ru>

Современные технологии съёмки подземных коммуникаций в Беларуси **Колосенок В. А., Мкртычян В. В.**

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь, магистрант
Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь, руководитель

Съемка подземных коммуникаций проводится для проверки соответствия положения объекта генплану проекта, а также в случаях, когда информация о положении объекта утеряна, недостоверна или недостаточна.

Ранее для определения местоположения подземных сетей применялись следующие методы:

- метод шурфования;
- индукционный метод;
- использование трассоискателей и трубоискателей.

Однако все эти методы сейчас имеют ряд недостатков: большая трудоемкость, низкая точность, невозможность использования при большой плотности заложённых коммуникаций.

Использование современных технологий – большой шаг в развитии инженерных и геодезических работ, дающий следующие преимущества:

- высокая точность (точные данные помогают минимизировать ошибки и риски в процессе выполнения работ);
- экономия времени (современные технологии позволяют ускорить процесс съёмки и обработки данных, что помогает также снизить затраты на выполнение работ);
- безопасность (точные данные помогают избежать непредвиденных ситуаций при эксплуатации сооружений).

Сейчас, одним из самых популярных способов съёмки подземных коммуникаций в Беларуси является съёмка с использованием спутникового оборудования в режиме Real-Time Kinematic (далее – RTK). Этот метод съёмки представляет собой мгновенный запрос от приемника спутникам, позволяющий практически мгновенно определить положение точки с точностью до сантиметров. Использование режима RTK применяется не только при выполнении исполнительной съёмки, но и для выноса в натуру контрольных точек объекта.

Выносу в натуру подлежат: углы поворота трассы инженерных сетей, места подключения и присоединения инженерных сетей, колодцы, камеры, арматура, а для совмещённых прокладок - дополнительно ось основной инженерной сети. Обязательному обозначению подлежат места пересечения инженерных сетей с другими линейными сооружениями [1, с. 21].

На момент проведения полевых работ приборы проходят необходимую поверку и аттестацию на пригодность.

Перед началом выноса точек в натуру, список точек загружен в полевой контроллер прибора. Каждая точка последовательно выбирается из данного списка, после чего, руководствуясь подсказками на экране контроллера, геодезист определяет ее положение на местности (рис. 1).

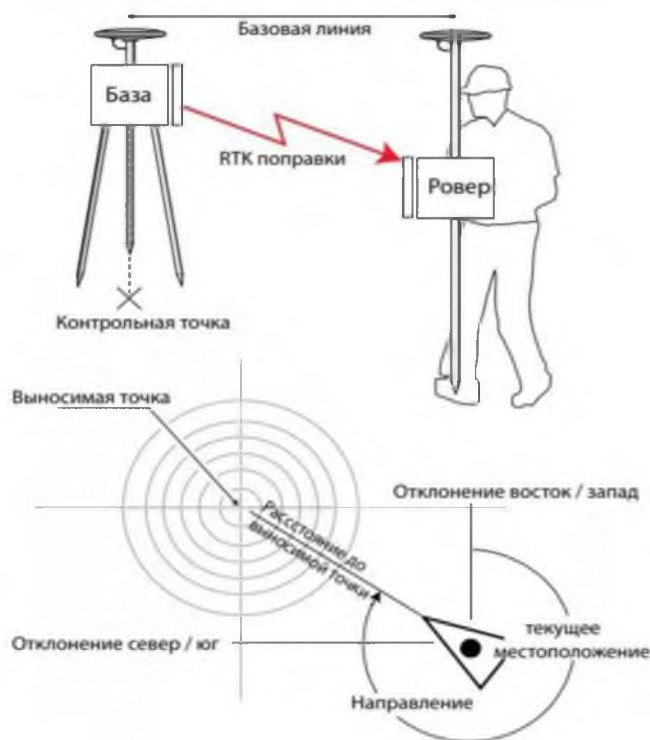


Рис. 1. Использование GNSS оборудования для выноса точек в натуру

Для обеспечения необходимой точности, антенну необходимо удерживать вертикально.

После подачи сигнала контроллером (сигнал оповещает о том, что антенна находится над искомой точкой) положение антенны закрепляется металлическим штырем, лазерной рулеткой производятся линейные замеры до твердых контуров.

После закладки кабеля, для выяснения точности выноса в натуру и отклонений от проекта, выполняется исполнительная съемка. Съемка выполняется до засыпки траншеи. В ходе выполнения работы составляется абрис с нумерацией измеренных точек и промерами до твердых контуров местности.

В ходе выполнения работ координируются контрольные углы поворота, а также видимые точки на прямых участках не реже 25-30 м друг от друга.

Помимо использования спутникового оборудования, для работы с подземными коммуникациями в Беларуси используют георадары. Они позволяют найти кабели и трубы сквозь земную толщу.

Георадар обеспечивает собственный источник энергии, обнаруживает как металлические, так и неметаллические объекты, а также нарушенные условия почвы и другие заглубленные конструкции [2].

Принцип работы георадара основан на радиолокации. Прибор испускает импульс, длина и мощность которого зависит от типа и мощности прибора, а затем фиксирует место, с которого этот импульс отразился. Полученная информация быстро отображается на экране (рис. 2).

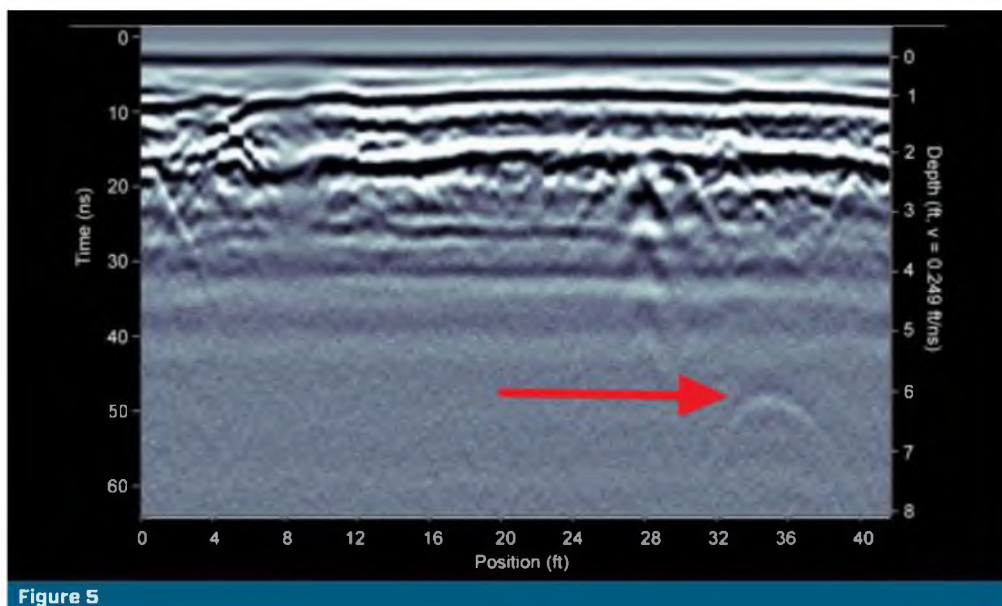


Рис. 2. Реакция бетонной трубы на импульс

Однако, использование георадара возможно не всегда. В некоторых почвах (глины) сигналы, посылаемые прибором в земную толщу, поглощаются, что ограничивает глубину поиска, а иногда и совсем делает его невозможным.

В перспективе рассматриваются возможности применения беспилотных летательных аппаратов для съемок подземных коммуникаций. Конечно, этот способ применим только при строительстве, при выполнении исполнительной съемки до засыпки траншей.

На ключевых точках (углах поворота, концах и началах футляров, местах разветвлений) устанавливались бы метки. Несколько меток – на поверхности земли и видимых участках дна траншеи.

С помощью беспилотного летательного аппарата можно произвести аэрофотосъемку участка, на котором проводилась закладка коммуникации (это позволяет в дальнейшем получить координаты ключевых точек). Но на данный момент такой способ слишком трудоёмкий и финансово затратный.

Второй вариант использования беспилотного летательного аппарата для съёмки подземных коммуникаций – использование подвеса с лидар камерой. С его помощью по результатам съемки возможно получение 3D макета коммуникации.

На данный момент это направление еще только начинает свое развитие. Работы с беспилотными летательными аппаратами в Беларуси достаточно дорогостоящи, а также имеются законодательные ограничения и запреты в использовании летательных аппаратов юридическими и физическими лицами.

Литература

1. Геодезические работы в строительстве : Пособие к ТКП 45-1.03.313 – 2018. – Введено 2018-01-05. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь; Стройтехнорм, 2018. – 109 с.

2. Программное обеспечение георадара ЕККО_Project. [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.sensoft.ca/ru/case-studies/gpr-for-buried-utility-locating/> (дата обращения: 20.05.2024).

**Создание Федеральной государственной информационной программы
«Национальная система пространственных данных» и наполнение сведениями
Единый государственный реестр недвижимости Пензенской области
Зимаева Е. Б., Мосяков И. В., Зимаев В. М., Чурсин А. И.**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия, руководитель

В современном мире развитие экономики неразрывно связано с использованием пространственных данных (ПД). Применение пространственных данных в различных экономических сферах и отраслях помогает повысить качество оказываемых услуг и качества продукции. Соответственно, использование пространственных данных является инструментом повышения качества продукции и услуг. Однако, в Российской Федерации, организационно-экономическая система ПД находится на начальном этапе и не до конца развита, что тормозит процессы повышения качества продукции и услуг и является препятствием в достижении национальных целей развития и реализации правительственных стратегических инициатив. Все это подтолкнуло к необходимости разработки создания качественной национальной системы пространственных данных, основываясь на определении механизмов обеспечения качества открытой сложной социально-техничко-экономической системы ПД, что позволит обеспечить рациональное использование бюджетных средств, повышение качества государственного управления, достижение целей повышения качества продукции и услуг, а также развития национальной экономики Российской Федерации.

В целях достижения высокого уровня эффективности в экономике Правительством РФ в декабре 2021 г. была утверждена Государственная программа «Национальная система пространственных данных» (НСПД), которая направлена на обеспечение достоверности, полноты ПД, преодоление организационной разобщенности информационных ресурсов о земле и объектах недвижимости для улучшения предпринимательского климата и привлечения инвесторов, для развития территорий и повышения эффективности налогообложения, повышения качества государственного управления и качества жизни.

До разработки и утверждения государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных» (далее - Программа) отсутствовал базовый документ стратегического планирования, отражающий комплексный подход при формировании и реализации мероприятий в сфере земельных и имущественных отношений, развития инфраструктуры пространственных данных, определяющий на федеральном уровне основные принципы, взаимосвязанные цели и задачи реализации государственной политики в этой сфере на среднесрочную и долгосрочную перспективы.

Реализация указанных мероприятий в настоящее время носит разрозненный характер и предусмотрена в нескольких программных направлениях деятельности различных органов государственной власти.

Также, настоящее время в сфере земельных и имущественных отношений, развития инфраструктуры пространственных данных существует ряд определенных проблем (рис. 1).

В условиях цифровизации первоочередное значение для создания новых возможностей динамичного развития страны приобретает сфера оказания услуг в области предоставления пространственных данных, а также создание сервисов, функционирующих на их основе.



Рис. 1. Основные проблемы развития инфраструктуры пространственных данных в сфере земельно-имущественных отношений

С учетом возросшей более чем в 2 раза нагрузки на базы данных Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии и необходимости удовлетворения потребностей заинтересованных лиц в услугах по государственному кадастровому учету недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество в части реализации новых электронных сервисов, существующие информационные системы требуют модернизации и перепроектирования.

Постановление от 1 декабря 2021 г. № 2148 об утверждении соответствующей государственной программы и входящих в ее состав мероприятий подписал Председатель Правительства РФ Михаил Мишустин. Над созданием единой цифровой платформы пространственных данных в рамках государственной программы «Национальная система пространственных данных» работает Росреестр. Разработка данной программы завершилась в 2023 году. Благодаря созданию НСПД впервые в истории России удалось собрать все открытые пространственные данные в едином облаке. В рамках реализации госпрограммы «Национальная система пространственных данных» к 2030 году планируется интегрировать данные из информационных систем всех регионов страны в единую цифровую платформу и единую электронную картографическую основу (таблица 1).

Таблица 1. Информационные системы и передаваемые ими сведения

Минприроды России	сведения об особо охраняемых природных территориях
Росимущество	сведения о государственном имуществе
Министерство Культуры РФ	сведения об объектах культурного наследия
Министерство сельского хозяйства РФ	сведения о землях сельскохозяйственного назначения
Минцифры России	сведения об электронном документообороте
Роскосмос	сведения о дистанционном зондировании Земли из космоса
Федеральная Налоговая служба	адресный реестр
Федеральное агентство водных ресурсов	сведения о государственном водном реестре
Минстрой Росси	сведения о территориальном планировании и градостроительном зонировании
Роснедра	сведения о геологическом изучении недр и воспроизводству минерально-сырьевой базы
Федеральное агентство лесного хозяйства	сведения о границах лесничеств
Росреестр	сведения об объектах недвижимости из Единого государственного реестра недвижимости

В настоящий момент в НСПД функционирует 11 сервисов, 9 еще дорабатываются (рис. 2).



Рис. 2. Сервисы НСПД

Среди основных планов ведомства на 2024 год – упрощение порядка вовлечения земли в оборот, продолжение работы по исключению реестровых ошибок в Единый Государственный Реестр Недвижимости (ЕГРН), полное импортозамещение геодезического и картографического оборудования, развитие ППК «Роскадастр», эффективная кооперация с партнёрами по СНГ.

Пензенская область, как и все регионы, ведет работу по сбору и обработке сведений, которые в дальнейшем будут внесены в НСПД.

Согласно статистической информации на 01.10.2023 в Пензенской области выполнен годовой план проведения работ:

- по выявлению правообладателей ранее учтенных объектов;
- по описанию местоположения границ муниципальных образований;
- по описанию местоположения границ населенных пунктов;
- по описанию местоположения границ территориальных зон;

Итак, национальная система пространственных данных будет осуществлять доступ к сведениям и информации, которые будут современными, единообразными, а также к надежным геоданным и иным сведениям об объектах недвижимости на всей территории РФ. Это позволит координировать и ориентировать региональные и федеральные программы развития, упростить производственные, экологические и технологические процессы, а также обеспечить инновационный рост экономики.

Национальная система пространственных данных объединит в себе данные разных организаций и структур, таких как кадастровые данные, цифровые карты, топографические и геодезические материалы, аэрофотоснимки и другие геопространственные данные.

Все это позволит избежать рассредоточения информации и создать единый и надежный доступ для потребителей к актуальным сведениям об объектах недвижимости, что способствует взаимодействию государства и бизнеса и повышению эффективности бизнес-процессов в реальном времени.

Литература

1. Федеральный закон от 30.12.2021 г. № 449-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. Федеральный закон от 30.12.2021 г. № 448-ФЗ (ред. 19.12.2022) «О публично-правовой компании «Роскадастр»
3. Федеральный закон от 30.12.2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
4. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 (ред. от 21.07.2020) «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 07.06.2022 № 1040 «О федеральной государственной информационной системе «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных»
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.12.2021 г. № 2148 (ред. 12.04.2023) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных»
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 г. № 2429 «О проведении в 2021 году эксперимента по созданию Единого информационного ресурса о земле и недвижимости»

Решение II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Геофорум Нижний Новгород 2024»

Участники Геофорума Нижний Новгород 2024

- основываясь на приоритетах государственной политики Российской Федерации в рамках Десятилетия науки и технологий, объявленного Президентом Российской Федерации и направленного на усиление роли науки и технологий в решении важнейших задач развития общества и страны (Указ Президента Российской Федерации от 25 апреля 2022 г. № 231, распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 июля 2022 г. № 2036-р),

- подчеркивая исключительную важность обеспечения органов государственного и муниципального управления, отраслей экономики, обороны и безопасности современными, достоверными и точными геопространственными данными,

- отмечая определяющую роль передовых наукоемких технологий создания, обновления, мониторинга и предоставления геопространственных данных,

- высоко оценивая содержательную часть II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Геофорум Нижний Новгород 2024», ее презентационную часть и состоявшиеся дискуссии,

постановили:

Поддержать инициативу Российского общества геодезии, картографии и землеустройства, Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета по организации новой площадки для обсуждения проблем, решений и предложений современных технологий геодезии, картографии, геоинформатики, геопространственных данных.

Подчеркнуть необходимость расширения связей научных, образовательных и производственных организаций для совершенствования процесса подготовки молодых специалистов в части освоения прогрессивных технологий использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), цифровых технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), использования материалов фондов пространственных данных.

Обратить внимание Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, публичной правовой компании «Роскадастр» на проблему реконструкции, уравнивания и получения материалов городских геодезических сетей (специальных геодезических сетей на территориях населенных пунктов), которые не включаются в реестр геодезических пунктов, но используются не только для градостроительной деятельности.

Рекомендовать издать доклады форума в сборнике трудов «Геофорум Нижний Новгород: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием» в электронном и полиграфическом виде, включая доклады студенческой научной конференции «Инновационные технологии геодезии и землеустройства».

Считать необходимым продолжить традиции, заложенные Международным научно-промышленным форумом «ВЕЛИКИЕ РЕКИ»/ICEF, конференцией «Геофорум Нижний Новгород» и провести в апреле 2025 года очередную научно-практическую конференцию с международным участием в Нижнем Новгороде.

Учитывая нехватку нормативно-технических документов, рекомендовать Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии организовать разработку их проектов на конкурсной основе с привлечением к данной работе широкого круга ученых и специалистов.

С целью подготовки кадров в области применения цифровых технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученных с космических и при авиационных носителей, в том числе с беспилотных воздушных судов, с целью

решения задач экономики страны, ее обороны и безопасности обратиться в Министерство образования и науки Российской Федерации с предложением о введении квалификации «Специалист в области ДЗЗ» в перечень специальностей среднего профессионального образования по укрупненной группе профессий и специальностей 21.00.00 с условным названием «Дистанционное зондирование Земли».

Обратить внимание Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, публичной правовой компании «Роскадастр» на наличие серьезных проблем применения местных систем координат субъектов Российской Федерации в современных технологиях глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), цифровых технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Принято на заключительном заседании II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД» 27 апреля 2024 г.